

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-275768

(43)Date of publication of application : 13.10.1998

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G03F 7/207

H01L 21/68

(21)Application number : 09-095284

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 28.03.1997

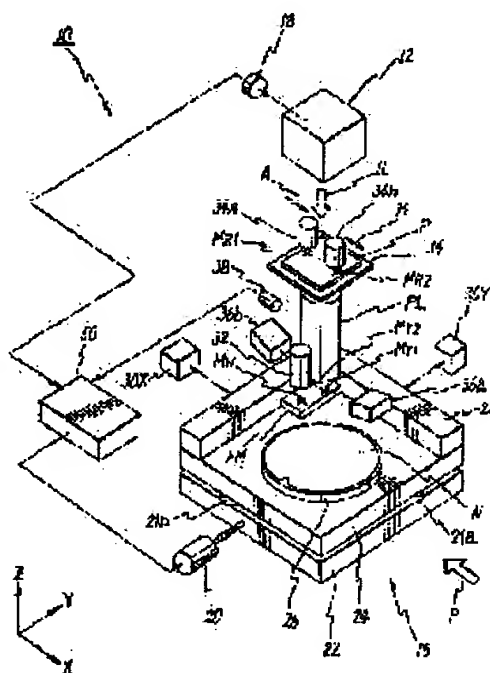
(72)Inventor : OKUMURA MASAHIKO

## (54) PROJECTION ALIGNER AND RELATIVE POSITION MEASUREMENT METHOD

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To simplify a substrate-mounting operation.

SOLUTION: In a main control device 50, substrate drive systems 21a and 21b are controlled so that the detection value of focus detection systems 36a and 36b is monitored, position detection systems 34a and 34b are focused at a first reference mark Mr on a reference plate FM, and at the same time a mark detection system 32 is focused to a second reference mark Mw. Therefore, even after the reference plate FM is mounted to a reference table 24, the position detection systems are focused to a first reference mark Mr and at the same time the mark detection system is focused to the second reference mark Mw, so that the reference plate FM may be mounted to a substrate table 24 roughly to some extent, thus eliminating the need for mounting the reference plate and facilitating the operation.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

### [Claim(s)]

[Claim 1] It is the projection aligner which carries out projection exposure of the pattern formed in the mask on a sensitization substrate through a projection optical system. It is carried on the substrate stage in which two-dimensional movement of the inside of predetermined datum level is possible, the substrate table holding the; aforementioned sensitization substrate, and the; aforementioned substrate stage. While being laid on the substrate drive system which drives the aforementioned substrate table in the direction which inclines to the field which intersects perpendicularly with the direction of an optical axis of the aforementioned projection optical system, and this, and the; aforementioned substrate table The relative-position relation between the focal detection system in which the 1st reference mark and the 2nd reference mark detect the direction position of an optical axis of the orientation plate formed by the position relation, the; aforementioned sensitization substrate, and the aforementioned orientation plate, the 1st reference mark of the above on the; aforementioned orientation plate, and the projection position of the pattern of the aforementioned mask The mark detection system for detecting the position of the alignment mark on the position detection system to measure and the; aforementioned sensitization substrate and the 2nd reference mark on the aforementioned orientation plate, the stage control system which controls the two-dimensional position of the; aforementioned substrate stage, and the; aforementioned stage control system are minded. So that the aforementioned mark detection system may be made to focus to the 2nd reference mark of the above at the same time it makes the aforementioned position detection system focus to the 1st reference mark of the above on the aforementioned orientation plate while positioning the aforementioned substrate stage, carrying out the monitor of the detection value of the aforementioned focal detection system The projection aligner which has the control means which control the aforementioned substrate drive system.

[Claim 2] It has further a storage means by which the detection result of the position of the aforementioned optical-axis direction of the 1st reference mark of the above and the 2nd reference mark of the above by the aforementioned focal detection system was memorized beforehand. the aforementioned control means The projection aligner according to claim 1 characterized by performing the aforementioned focus operation to the 2nd reference mark of the above of the aforementioned mark detection system, and the aforementioned focus operation to the 1st reference mark of the above of the aforementioned position detection system using the detection result memorized by the aforementioned storage means.

[Claim 3] The aforementioned control means are the projection aligners according to claim 1 carry out detecting the position of the aforementioned optical-axis direction of the 1st reference mark of the above, and the 2nd reference mark of the above using the aforementioned focal detection system, respectively, and carrying out the aforementioned focus operation to the 2nd reference mark of the above of the aforementioned mark-detection system, and the aforementioned focus operation to the 1st reference mark of the above of the aforementioned position detection system using this detection result as the feature while positioning the aforementioned substrate stage through the aforementioned

[Claim 4] A projection aligner given in the claim 1 characterized by having further the atmospheric pressure sensor which measures atmospheric pressure, and the aforementioned control means performing the aforementioned focus operation to the 2nd reference mark of the above of the aforementioned mark detection system, and the aforementioned focus operation to the 1st reference mark of the above of the aforementioned position detection system also in consideration of atmospheric pressure change, or any 1 term of 3.

[Claim 5] It is the projection aligner of the publication by the claim 1 have further the quantity of light sensor which measures the quantity of light of the exposure light irradiated to the aforementioned mask or a projection optical system, and carry out that the aforementioned control means carry out the aforementioned focus operation to the 1st reference mark of the above of the aforementioned position detection system also in consideration of the irradiation change by exposure light irradiation of the aforementioned projection optical system based on the measurement result

of the aforementioned quantity of light sensor as the feature, or any 1 term of 4.

[Claim 6] The orientation plate with which the 1st reference mark and the 2nd reference mark were formed by the position relation. The position detection system for measuring the relative-position relation between the 1st reference mark of the above, and the projection position of the pattern of a mask. The mark detection system which detects the position of an alignment mark prepared on the sensitization substrate by which projection exposure of the aforementioned pattern is carried out through a projection optical system. The difference of the direction position of an optical axis of the aforementioned projection optical system of the 1st reference mark of the above and the 2nd reference mark which are the relative-position measurement method equipped with the above, and were prepared on the aforementioned orientation plate to predetermined datum level is measured. The best focus position of the aforementioned mark detection system and the best focus position of the aforementioned position detection system are computed, respectively. In the state where the mark detection system was made to focus, the 2nd reference mark of the above at the same time it makes the 1st reference mark of the above on the aforementioned orientation plate focus in the aforementioned position detection system based on the difference of the direction position of an optical axis and each best focus position by which calculation was carried out [ aforementioned ] by which measurement was carried out [ aforementioned ] While the aforementioned position detection system detects the relative-position relation between the 1st reference mark of the above, and the projection position of the pattern of the aforementioned mask, the position gap with the detection center of the aforementioned mark detection system and the 2nd reference mark of the above is detected. It is characterized by measuring the relative-position relation between the projection position of the aforementioned pattern, and a mark detection system based on these detection results and the known physical relationship of both the aforementioned reference marks.

[Claim 7] It is the relative-position measurement method according to claim 6 characterized by performing calculation of the best focus position of the aforementioned mark detection system, and the best focus position of the aforementioned position detection system in consideration of atmospheric pressure change at least.

[Claim 8] It is the relative-position measurement method according to claim 7 characterized by performing calculation of the best focus position of the aforementioned position detection system in consideration of irradiation change of the aforementioned projection optical system.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to a projection aligner and the relative-position measurement method, and relates to the relative-position measurement method which measures the relative-position relation based on [ of being used for the projection aligner used in more detail in case a semiconductor device, a liquid crystal display element, etc. are manufactured at a photolithography process, and a projection aligner / of the mark detection system which detects the projection position of a mask pattern and the position of the alignment mark on a sensitization substrate ] detection.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, in case a semiconductor device, a liquid crystal display element, etc. are manufactured at a photolithography process, the projection aligner which carries out projection exposure is used on substrates (it is hereafter named a "wafer" generically), such as a wafer with which the pattern formed in the mask or the reticle (it is hereafter named a "reticle" generically) was applied to sensitization material, such as a photoresist, through the projection optical system, or a glass plate. As this projection aligner, the reduction projection aligner (stepper) exposed to each shot field on a wafer by the step-and-repeat method, the scanned type aligner of step - which improved this stepper, and - scanning method, etc. are known.

[0003] For example, since many circuit patterns of a layer are accumulated by the position relation and it is formed on a wafer, in case a semiconductor device exposes the circuit pattern after a two-layer eye on a wafer, it needs to perform alignment (alignment) of a reticle and the circuit pattern in each shot field of a wafer with high precision in advance of exposure. In order to perform this alignment, on a wafer, it is in process, the alignment mark (wafer mark) as an alignment mark is formed, and the exact position of the circuit pattern in each shot field on a wafer can be detected by the thing [ detecting the position of the alignment mark ] till then.

[0004] For this reason, the projection aligner is equipped with the mark detection system (alignment sensor) for detecting the position of an alignment mark correctly. This mark detection system has the off-axis method which detects the position of an alignment mark without minding the on-axis method and projection optical system which detect the position of an alignment mark through a projection optical system. By the former on-axis method, since there are problems, such as chromatic aberration by difference of the wavelength of alignment light and exposure light, comparatively many mark detection systems of the latter off-axis method are used.

[0005] An example of the conventional projection aligner is shown in drawing 5 . The projection aligner of this drawing 5 is equipped with X-Y stage 102 which carries out two-dimensional movement in XY side. On this X-Y stage 102, the sample base 104 is carried through the Z drives 112a, 112b, and 112c (however, 12c by the side of the space back is not shown). On this sample base 104, the wafer electrode holder 105 is formed, it gets down through the leveling mechanisms 111a, 111b, and 111c, and adsorption maintenance of the wafer W is carried out on this wafer electrode holder 105. Moreover, on the sample base 104, non-illustrated the move mirror (L character type mirror) 114 and orientation plate FM for interferometers are prepared. The 1st reference mark Mr of a couple, the 2nd reference mark Mw, etc. are formed in the front face of an orientation plate FM.

[0006] Moreover, the projection optical system PL is arranged above the wafer electrode holder 105, and the wafer alignment sensor 106 as a mark detection system of an off-axis method is formed in the side of this projection optical system PL. By this wafer alignment sensor 106, the position within XY flat surface of the 2nd reference mark Mw formed in the front face of an orientation plate FM and the alignment mark by which patterning was carried out to the front face of Wafer W is measurable.

[0007] Furthermore, above the projection optical system PL, Reticle R is arranged and this reticle R is held by the non-illustrated reticle holder. The non-illustrated circuit pattern (exposed pattern) is formed in the center section of this

reticle R, and it is the reticle alignment mark MR of a couple to the both sides. It is formed. The reticle alignment sensors 109a and 109b are formed above Reticle R, and it is the reticle alignment mark MR by these reticle alignment sensors 109a and 109b. The position gap with the 1st reference mark Mr of the couple formed on the orientation plate FM can be measured now.

[0008] In addition, the focal sensor (108a, 108b) which measures the position (variation rate) of the direction of an optical axis of the projection optical system PL of a wafer W front face is also formed in this projection aligner.

[0009] In this projection aligner, exposure is performed, after driving X-Y stage 102, the Z drives 112a, 112b, and 112c, and the leveling mechanisms 111a, 111b, and 111c after measuring the position of the alignment mark beforehand formed on Wafer W by the wafer alignment sensor 106, and carrying out alignment of the shot field of Wafer W to the image surface of an exposure position (projection position of the pattern on Reticle R), and a projection optical system PL.

[0010] As mentioned above, in order to perform the above-mentioned alignment of Wafer W based on the result measured by the wafer alignment sensor 106, the relative-position relation between the detection center of the wafer alignment sensor 106 and the projection position of the pattern on Reticle R must be known. It is called base-line measurement sequence to ask for this relative-position relation.

[0011] Base-line measurement in this projection aligner is performed as follows. That is, the 1st reference mark Mr of a couple is observed by the reticle alignment sensors 109a and 109b through a projection optical system PL at the same time it observes the 2nd reference mark Mw on the orientation plate FM prepared on the sample base 104 by the wafer alignment sensor 106. And it is the reticle alignment mark MR of the couple on Reticle R by the reticle alignment sensors 109a and 109b. A relative-position relation (relative distance) with the 1st reference mark Mr of the couple on an orientation plate FM is measured, and the relative-position relation (relative distance) between the index mark used as the detection criteria prepared in the interior of the wafer alignment sensor 106 by the wafer alignment sensor 106 and the 2nd reference mark Mw on an orientation plate FM is measured.

[0012]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In case the above-mentioned base-line measurement is performed, as for the wafer alignment sensor 106 and the reticle alignment sensors 109a and 109b, it is ideal on a throughput that it is measurable in the state where it focused to each reference mark on an orientation plate FM simultaneously. However, it was difficult to have made the wafer alignment sensor 106 and the reticle alignment sensors 109a and 109b focus simultaneously to each reference mark on an orientation plate FM, without affecting other image formation properties, such as a scale factor, after anchoring of an orientation plate FM, if it was in the projection aligner of the above-mentioned composition. For this reason, operation which makes the wafer alignment sensor 106 and the reticle alignment sensors 109a and 109b focus to an orientation plate FM at the time of base-line measurement was not performed, but it was performing installation of an orientation plate FM so that it might be the stage of anchoring of an orientation plate FM and the wafer alignment sensor 106 and the reticle alignment sensors 109a and 109b might focus to each reference mark on an orientation plate FM as simultaneous as possible. The degree of setting angle of an orientation plate FM needed to be strictly adjusted by specifically forming the back face (called \*\*\*\*\*) of three points for supporting an orientation plate on the sample base 104, and deleting these back faces little by little. For this reason, while orientation plate anchoring work took skill, there was un-arranging [ that it was troublesome and is being time and effort ].

[0013] Moreover, though it carries out and an orientation plate FM is strictly attached like the above, since the difference of both the sensors 106 and the focus position of (109a, 109b) was changed under the influence of the atmospheric pressure change at the time of equipment use, the exposure light irradiation to a projection optical system PL, etc., it was unavoidable that defocusing occurs in one [ at least ] alignment sensor. For this reason, there was un-arranging [ that aggravation of the measurement repeatability by the contrast fall of each mark image which is a candidate for measurement, and an according to the synergistic effect with inclination (gap of telecentricity) of chief ray in case of reticle alignment sensor especially measurement error occurred ].

[0014] this invention was made under this situation and especially the purpose of invention according to claim 1 is to offer the projection aligner which can simplify orientation plate anchoring work.

[0015] Moreover, certainly, even if the purpose of invention given in claims 2 and 3 is irregular on an orientation plate front face in addition to the above-mentioned purpose, it is to provide the 2nd reference mark with a projection aligner with possible making a mark detection system focus at the same time it makes a position detection system focus to the 1st reference mark.

[0016] Moreover, certainly, even if the purpose of invention according to claim 4 has atmospheric pressure change in addition to the purpose of each above-mentioned invention, it is to provide the 2nd reference mark with a projection aligner with possible making a mark detection system focus at the same time it makes a position detection system focus

to the 1st reference mark on an orientation plate.

[0017] Moreover, certainly, even if it changes the focal position of a position detection system under the influence of the exposure light irradiation to a projection optical system in addition to the purpose of each above-mentioned invention, especially the purpose of invention according to claim 5 is to provide the 2nd reference mark with a projection aligner with possible making a mark detection system focus at the same time it makes a position detection system focus to the 1st reference mark on an orientation plate.

[0018] Moreover, a claim 6 or the purpose of invention given in 8 is to offer the relative-position measurement method (the base-line measurement method) which can raise base-line measurement precision.

[0019]

[Means for Solving the Problem] Invention according to claim 1 is a projection aligner which carries out projection exposure of the pattern formed in the mask (R) on a sensitization substrate (W) through a projection optical system (PL). It is carried on the substrate stage (22) in which two-dimensional movement of the inside of predetermined datum level is possible, and the substrate table (24) holding the; aforementioned sensitization substrate (W) and the; aforementioned substrate stage (22). While being laid on the substrate drive system (21a, 21b) which drives the aforementioned substrate table (24) in the direction which inclines to the field which intersects perpendicularly with the direction of an optical axis of the aforementioned projection optical system (PL), and this, and the; aforementioned substrate table (24) The 1st reference mark (Mr1, Mr2), and the 2nd reference mark The orientation plate with which (Mw) was formed by the position relation The relative-position relation between the focal detection system (36a, 36b) which detects the direction position of an optical axis of (FM), the; aforementioned sensitization substrate (W), and the aforementioned orientation plate (FM), the 1st reference mark (Mr1, Mr2) of the above on the; aforementioned orientation plate (FM), and the projection position of the pattern of the aforementioned mask (R) The two-dimensional position of the mark detection system (32) for detecting the position of the alignment mark on the position detection system (34a, 34b) to measure and the; aforementioned sensitization substrate (W), and the 2nd reference mark (Mw) on the aforementioned orientation plate (FM), and the; aforementioned substrate stage (22) While positioning the aforementioned substrate stage (22) through the stage control system (50) and the; aforementioned stage control system (50) to control The detection value of the aforementioned focal detection system (36a, 36b) So that the aforementioned mark detection system (32) may be made to focus to the 2nd reference mark (Mw) of the above at the same time it makes the aforementioned position detection system (34a, 34b) focus to the 1st reference mark (Mr1, Mr2) of the above on the aforementioned orientation plate (FM), carrying out a monitor It has the control means (50) which control the aforementioned substrate drive system (21a, 21b).

[0020] A substrate drive system is controlled to make a mark detection system focus to the 2nd reference mark at the same time it makes a position detection system focus to the 1st reference mark on an orientation plate according to this, positioning of a substrate stage being performed by control means through a stage control system, and carrying out the monitor of the detection value of a focal detection system. Control of this substrate drive system is performed detecting the position of one reference mark on an orientation plate by the focal detection system, while only the angle corresponding to the difference leans a substrate table to datum level based on the focal position of a known position detection system and the focal position of a mark detection system in a reference state. However, it will be the requisite in this case that the inclination (the degree of setting angle) of the orientation plate to datum level is known.

[0021] Thus, it becomes possible to make a mark detection system focus to the 2nd reference mark at the same time it will make a position detection system according to this invention focus to the 1st reference mark after attaching to the substrate table of an orientation plate, if even the inclination (the degree of setting angle) of the orientation plate to datum level is made clear. Therefore, since it may come to attach an orientation plate in a substrate table somewhat rough, skill can become unnecessary as a result at orientation plate anchoring work, and the work man day can also be decreased.

[0022] Although invention of a publication is premised on being a flat surface to the above-mentioned claim 1 by the orientation plate front face, it thinks, when an orientation plate front face is not restricted with a flat surface in a strict meaning, either but is irregular.

[0023] In consideration of this case, a storage means (50) by which the detection result of the position of the aforementioned optical-axis direction of the 1st reference mark (Mr1, Mr2) of the above and the 2nd reference mark (Mw) of the above by the aforementioned focal detection system (36a, 36b) was beforehand memorized like invention according to claim 2 is established further. The detection result memorized by the aforementioned storage means (50) is used for the aforementioned control means (50). You may be made to perform the aforementioned focus operation to the 2nd reference mark (Mw) of the above of the aforementioned mark detection system (32), and the aforementioned focus operation to the 1st reference mark (Mr1, Mr2) of the above of the aforementioned position detection system (34a, 34b). any [ thus, / when it carries out / even if irregularity is shown in an orientation-plate front face ] --



inconvenient -- there is nothing, and in control means, it becomes possible to make a mark-detection system focus to the 2nd reference mark at the same time it makes a position detection system focus to the 1st reference mark on an orientation plate certainly based on the focal position of the detection result memorized by the storage means and a known position detection system, and the focal position of a mark-detection system, carrying out the monitor of the detection value of a focal detection system

[0024] Like invention according to claim 3, or the aforementioned control means (50) While positioning the aforementioned substrate stage (22) through a stage control system (50) The position of the aforementioned optical-axis direction of the 1st reference mark (Mr1, Mr2) of the above and the 2nd reference mark (Mw) of the above is detected using the aforementioned focal detection system (36a, 36b), respectively. You may be made to perform the aforementioned focus operation to the 2nd reference mark (Mw) of the above of the aforementioned mark detection system (32), and the aforementioned focus operation to the 1st reference mark (Mr1, Mr2) of the above of the aforementioned position detection system (34a, 34b) using this detection result. Even if irregularity is shown in an orientation plate front face, like the case of invention according to claim 2 also in this case, that there is nothing inconvenient [ what ] In control means, it is based on the detection result of the position of the direction of an optical axis of the 1st reference mark and the 2nd reference mark, and the focal position of a known position detection system and the focal position of a mark detection system. Certainly, it becomes possible to make a mark detection system focus to the 2nd reference mark at the same time it makes a position detection system focus to the 1st reference mark on an orientation plate.

[0025] In each above-mentioned invention, the atmospheric pressure sensor (38) which measures atmospheric pressure like invention according to claim 4 is formed further. The aforementioned control means (50) may be made to perform the aforementioned focus operation to the 2nd reference mark (Mw) of the above of the aforementioned mark detection system (32), and the aforementioned focus operation to the 1st reference mark (Mr1, Mr2) of the above of the aforementioned position detection system (34a, 34b) also in consideration of atmospheric pressure change. When doing in this way and the focal position of a position detection system and a mark detection system is changed by atmospheric pressure change at the time of equipment use, it becomes possible to make a mark detection system focus to the 2nd reference mark at the same time it makes a position detection system focus to the 1st reference mark on an orientation plate certainly also in consideration of atmospheric pressure change.

[0026] Moreover, the quantity of light sensor (18) which measures the quantity of light of the exposure light irradiated to the aforementioned mask (R) or a projection optical system (PL) like invention according to claim 5 in each above-mentioned invention is formed further. The aforementioned control means (50) Based on the measurement result of the aforementioned quantity of light sensor (18), you may be made to perform the aforementioned focus operation to the 1st reference mark (Mr1, Mr2) of the above of the aforementioned position detection system (34a, 34b) also in consideration of the irradiation change by exposure light irradiation of the aforementioned projection optical system (PL). If it does in this way, it will become possible certainly to make a mark detection system focus to the 2nd reference mark, without being influenced by this even if it changes the focal position of a position detection system especially under the influence of the exposure light irradiation to a projection optical system at the same time it makes a position detection system focus to the 1st reference mark on an orientation plate.

[0027] The orientation plate with which, as for invention according to claim 6, the 1st reference mark (Mr1, Mr2) and the 2nd reference mark (Mw) were formed by the position relation (FM), The position detection system for measuring the relative-position relation between the 1st reference mark (Mr1, Mr2) of the above, and the projection position of the pattern of a mask (R) (34a, 34b), The aforementioned pattern is used for the aligner equipped with the mark detection system (32) which detects the position of an alignment mark prepared on the sensitization substrate (W) by which projection exposure is carried out through a projection optical system (PL). In the relative-position measurement method which measures the relative-position relation between the projection position of the aforementioned pattern, and the aforementioned mark detection system (32) The difference of the direction position of an optical axis of the aforementioned projection optical system (PL) of the 1st reference mark (Mr1, Mr2) of the above and the 2nd reference mark (Mw) which were prepared on the aforementioned orientation plate (FM) to predetermined datum level is measured. The best focus position of the aforementioned mark detection system (32) and the best focus position of the aforementioned position detection system (34a, 34b) are computed, respectively. At the same time it makes the 1st reference mark (Mr1, Mr2) of the above on the aforementioned orientation plate (FM) focus in the aforementioned position detection system (34a, 34b) based on the difference of the direction position of an optical axis and each best focus position by which calculation was carried out [ aforementioned ] by which measurement was carried out [ aforementioned ] the 2nd reference mark (Mw) of the above In the state where the mark detection system (32) was made to focus While the aforementioned position detection system (34a, 34b) detects the relative-position relation between the 1st reference mark (Mr1, Mr2) of the above, and the projection position of the pattern of the

aforementioned mask (R), the position gap with the detection center of the aforementioned mark detection system (32) and the 2nd reference mark (Mw) of the above is detected. It is characterized by measuring the relative-position relation between the projection position of the aforementioned pattern, and a mark detection system based on these detection results and the known physical relationship of both the aforementioned reference marks.

[0028] According to this, the difference of the direction position of an optical axis of the projection optical system of the 1st reference mark and the 2nd reference mark which were prepared on the orientation plate to predetermined datum level is measured. It is sufficient, once it performs this measurement, after attaching to the equipment of an orientation plate. Moreover, the best focus position of a mark detection system and the best focus position of a position detection system are computed, respectively. It is adjusted strictly and the value is known so that the value in the reference state of these best focus positions may turn into a value of a request at the time of adjustment of equipment. Based on the value in this reference state, the best focus position of an actual mark detection system and the best focus position of a position detection system according to change of an environmental condition are computed by the predetermined operation. The 2nd reference mark in and the state where the mark detection system was made to focus at the same time it makes the 1st reference mark on an orientation plate focus in a position detection system based on the measured difference of the direction position of an optical axis and each computed best focus position. The relative-position relation between the 1st reference mark and the projection position of the pattern of a mask is detected by the position detection system, and the position gap with the detection center of a mark detection system and the 2nd reference mark is detected almost simultaneously with this. After an appropriate time, based on such detection results and known physical relationship of both reference marks, the relative-position relation (namely, the amount of base lines) between the projection position of a pattern and a mark detection system is measured. Since the 2nd reference mark is made to focus in a mark detection system according to this invention at the same time it makes the 1st reference mark on an orientation plate always focus in a position detection system, aggravation of the measurement repeatability by the contrast fall of each mark image which is a candidate for measurement etc. stops thus, arising. Therefore, it becomes possible to raise base-line measurement precision.

[0029] In this case, an operation becomes complicated, although it is desirable as change of the above-mentioned environmental condition to measure each above-mentioned best focus position in consideration of these all, since atmospheric pressure change, change of humidity, change of temperature, irradiation change of a projection optical system, etc. can be considered, for example.

[0030] If this point is taken into consideration, in consideration of atmospheric pressure change, what is necessary is made just to perform calculation of the best focus position of the aforementioned mark detection system, and the best focus position of the aforementioned position detection system like invention according to claim 7 at least, for example. When doing in this way, since it is proportional to a changed part of atmospheric pressure, atmospheric pressure change of a focus can become computable [ each best focus position in consideration of atmospheric pressure change which has big influence on a focus according to a comparatively easy operation ], and, thereby, can raise base-line measurement precision.

[0031] Moreover, as for calculation of the best focus position of the aforementioned position detection system, it is more desirable like invention according to claim 8 to be carried out in consideration of irradiation change of the aforementioned projection optical system. In this case, since the best focus position of a position detection system is computed also in consideration of irradiation change, it becomes computable [ each more exact best focus position ]. Therefore, base-line measurement precision can be raised further. However, in this case, since it is best focus position calculation, a complicated operation is somewhat needed.

[0032]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, 1 operation form of this invention is explained based on drawing 1 or drawing 4 . The composition of the principal part of the projection aligner 10 of 1 operation form is shown in drawing 1 . This projection aligner 10 is a reduction projection aligner (stepper) of a step-and-repeat method.

[0033] The projection aligner 10 is equipped with the stage equipment 16 which is arranged under the lighting optical system 12 which illuminates the reticle R as a mask, the reticle holder 14 which is arranged under this lighting optical system 12, and holds Reticle R, the projection optical system PL arranged under the reticle R, and this projection optical system PL, and holds the wafer W as a sensitization substrate, and the main control unit 50 grade.

[0034] Although the aforementioned lighting optical system 12 is shown by drawing\_1 as a mere block, it is constituted in fact including the illuminance equalization optical system which consists of a collimator lens, a fly eye lens, etc., a relay lens system, a reticle blind, a condensing lens (all are illustration abbreviations), etc., and illuminates the predetermined rectangle field specified with the almost uniform illuminance by the exposure light IL from the non-illustrated exposure light source at the reticle blind on Reticle R from the upper part. As an exposure light IL, KrF excimer laser light and ArF excimer laser light are used, for example. In addition, you may use the higher harmonic of



copper steamy laser or an YAG laser, or the bright lines (g line, i line, etc.) of the ultraviolet region from an extra-high pressure mercury lamp as an exposure light IL.

[0035] Moreover, on the optical path of the exposure light IL in the lighting optical system 12, the beam splitter which is not illustrated [ with large permeability ] with a slight reflection factor is prepared, a part of exposure light IL irradiated by Reticle R by this beam splitter is taken out, and light is received by the integrator sensor 18 as a quantity of light sensor. This integrator sensor 18 outputs the photoelectrical signal according to light income, and the monitor of this photoelectrical signal is carried out by the main control unit 50. In order for there to be sensitivity in a far-ultraviolet region, for example and to detect pulse luminescence of the excimer laser as the exposure light source as an integrator sensor 18, the PIN type photodiode which has high response frequency is used. Moreover, in the case of this operation form, the output of the integrator sensor 18 is beforehand proofread to the output of the non-illustrated criteria illuminometer installed in the same height as the image surface (namely, front face of Wafer W) on the sample base 24 mentioned later (calibration). Therefore, the light exposure indirectly given on the image surface using the transform coefficient beforehand called for based on the output of the integrator sensor 18 or the transform function can be measured now.

[0036] Reticle R is being fixed by for example, vacuum adsorption etc. on the aforementioned reticle holder 14. This reticle holder 14 is constituted possible [ a very small drive ] two-dimensional within the flat surface perpendicular to the optical axis (it is in agreement with the optical axis of a projection optical system PL mentioned later) of the lighting optical system 12 for positioning of Reticle R (to hand of cut of the circumference of the Z-axis which intersects perpendicularly with Y shaft orientations and XY flat surface which intersect perpendicularly with X shaft orientations and this). The circuit pattern which is not illustrated [ which consists of a chromium pattern etc. ] is formed in the rear-face center section of the reticle R. Moreover, as shown in drawing 1, the reticle alignment marks (henceforth a "reticle mark") MR1 and MR2 are formed in the both sides in X shaft orientations of the pattern space in which this circuit pattern was formed.

[0037] the direction of the optical axis (it is in agreement with the optical axis of the lighting optical system 12) makes the aforementioned projection optical system PL Z shaft orientations -- having -- here -- a both-sides tele cent -- the dioptric system which has two or more lens element arranged at intervals of predetermined along the optical-axis AX direction so that it may become rucksack optical arrangement is used This projection optical system PL is a predetermined projection scale factor, for example, the reduction optical system which has 1/5 (or 1/4). For this reason, if Reticle R is illuminated by the exposure light IL from the lighting optical system 12, the reduction image of the circuit pattern of Reticle R will be formed in the front face of Wafer W through a projection optical system PL of the exposure light IL which passed this reticle R. Thus, on the wafer W with which the photoresist was applied, the exposure imprint of the pattern on Reticle R is carried out.

[0038] X-Y stage 22 as a substrate stage where the aforementioned stage equipment 16 can move a non-illustrated base top to Y shaft orientations which intersect perpendicularly with X shaft orientations and this by the drive system 20, It has the sample base 24 as a substrate table attached on this X-Y stage 22 where it was positioned in the XY direction and movement and the inclination of Z shaft orientations are permitted, and the wafer electrode holder 26 formed on this sample base 24. This wafer electrode holder 26 is carrying out adsorption maintenance of the wafer W.

[0039] The aforementioned sample base 24 is carried on X-Y stage 22 through the focal leveling mechanism as a substrate drive system. This focal leveling mechanism consists independently of three vertical-movement mechanisms 21a, 21b, and 21c (however, 22c by the side of the space back is not shown) which can be driven to Z shaft orientations while supporting the sample base 24 by three different points. Hereafter, this focal leveling mechanism shall be called "focal leveling mechanism 21" for convenience. This focal leveling mechanism 21 is controlled by the main control unit 50 through a drive system 20, and the field position (inclination to Z shaft-orientations position and XY flat surface) of the wafer W held by this on the sample base 24 is set as a desired state.

[0040] Moreover, on the sample base 24, the move mirror 28 which consists of a L character type mirror is being fixed. This move mirror 28 has the reflector which intersects perpendicularly with the X-axis, and the reflector which intersects perpendicularly with the Y-axis. It is projected on the length measurement beam from X laser interferometer 30X and Y laser interferometer 30Y, and by X laser interferometer 30X and Y laser interferometer 30Y, in each aforementioned reflector of the move mirror 28, the reflected light is received, respectively, and X position of the sample base 24 and Y position are always measured with predetermined resolution (for example, resolution of about 1nm) to it. The positional information of the sample base 24 measured with these interferometers 30X and 30Y is sent to a main control unit 50, and carries out position control of X-Y stage 22 through a drive system 20 based on the aforementioned positional information in a main control unit 50. In addition, the length measurement shaft of the interferometer of X shaft orientations or Y shaft orientations is made biaxial, and you may make it also measure rotation of the sample base 24.

[0041] Moreover, the orientation plate FM is formed on the sample base 24. As shown in drawing 4 , the 1st reference mark Mr1 and Mr2 of a couple and the 2nd one reference mark Mw are formed in the front face of this orientation plate FM.

[0042] On Wafer W, since the circuit pattern formed at the process till then is formed, on the occasion of the imprint of a reticle pattern, it is necessary to double correctly the physical relationship of the already formed pattern and the newly imprinted reticle pattern. For this reason, generally on Wafer W, the wafer alignment mark (henceforth a "wafer mark") for detecting the position of the existing circuit pattern is formed.

[0043] The wafer alignment sensor 32 of the off-axis method as a mark detection system for detecting this wafer mark is formed in the side of a projection optical system PL. The image formation formula alignment sensor of the image-processing method which has the index Ma (refer to drawing 4 ) which takes the detection lead as this wafer alignment sensor 32 is used. The measurement value of this wafer alignment sensor 32 is supplied to a main control unit 50.

[0044] Moreover, the reticle alignment sensors 34a and 34b are formed above Reticle R. As these reticle alignment sensors 34a and 34b, the thing equipped with image formation optical system and image pick-up elements (CCD etc.) is used. And the gap with the reticle marks MR1 and MR2 and the 1st reference mark Mr1 and Mr2 of the couple formed on the orientation plate FM can be measured now by these reticle alignment sensors 34a and 34b. The measurement value of these reticle alignment sensors 34a and 34b is also supplied to a main control unit 50. These reticle alignment sensors 34a and 34b are movable to the direction of X, as shown by Arrows A and B, and they are evacuated from on a reticle by \*\*\*\*\* 50 through a non-illustrated driving gear except the time of measurement.

[0045] Furthermore, in the projection aligner 10 of this operation gestalt, the focal detection system of the oblique incidence light type which measures the position (variation rate) of the direction of an optical axis of the projection optical system PL of a wafer W front face or an orientation plate FM front face is also prepared. The focal detection system of the oblique incidence light type which consists of light transmission optical-system 36a to which projection image formation of the slit image is carried out, and light-receiving optical-system 36b which receives this reflected flux of light of a slit image is used from the direction as for which this focal detection system carried out the predetermined angle (5 - 12 degrees) inclination to the wafer W front face (or orientation plate FM front face). Hereafter, this focal detection system shall be called "focal detection system 36." In addition, about the focal detection system of this oblique incidence light type, since it is indicated by JP,58-113706,A which the same applicant as this application proposed, the detail of the composition and operation is omitted.

[0046] In addition, in the projection aligner 10 of this operation gestalt, the atmospheric pressure sensor 38 which measures change of atmospheric pressure [ near the projection optical system PL ] is formed. The measurement value of this atmospheric pressure sensor 38 is also supplied to a main control unit 50. In addition, it is easy to be natural even if it prepares other environmental sensors, for example, a temperature sensor, a humidity sensor, etc. with the atmospheric pressure sensor 38.

[0047] The aforementioned main control unit 50 consists of computers, such as a microcomputer (or minicomputer), and controls the whole equipment in generalization. Specifically, in case this main control unit 50 positions each shot field on Wafer W in an exposure position or performs base-line measurement mentioned later, it controls the position of X-Y stage 22 through a drive system 20 based on the measurement value of laser interferometers 30X and 30Y. Furthermore, a main control unit 50 controls the focal leveling mechanism 21 by the purposes, such as doubling the shot field on Wafer W with the image surface of a projection optical system PL, through a drive system 20. Moreover, this main control unit 50 has the function which measures the flatness or the inclination of an orientation plate FM and Wafer W, and the function to memorize the measurement result to a non-illustrated internal memory, by carrying out the monitor of the measurement value of the focal detection system 36, carrying out two-dimensional movement of X-Y stage 22 through a drive system 20. Furthermore, this main control unit 50 responds to atmospheric pressure change measured by the atmospheric pressure sensor 38. The function which computes the best focus position of the reticle alignment sensors 34a and 34b through the best focus position and projection optical system PL of the wafer alignment sensor 32, It has the function which computes the best focus position of the reticle alignment sensors 34a and 34b according to the history of the exposure light irradiation energy over the projection optical system PL obtained from the measurement value of the integrator sensor 18. In addition, about calculation of these best focus positions, it mentions later further.

[0048] Next, main operation of the projection aligner 10 of this operation gestalt constituted as mentioned above is explained focusing on the control action of a main control unit 50, referring to drawing 2 or drawing 4 . Here, operation to explain is related with the base-line measurement performed in advance of exposure operation.

[0049] The 1st phase which this base-line measurement measures the flatness (inclination) of an orientation plate FM, and is memorized, The 2nd phase which calculates the best focus position of the wafer alignment sensor 32 and the reticle alignment sensors 34a and 34b, The wafer alignment sensor 32 and the reticle alignment sensors 34a and 34b

are made to focus to the specific reference mark on an orientation plate FM, respectively. The 3rd phase of performing the projection position of a reticle pattern and the relative-position relation based on [ of the wafer alignment sensor 32 ] detection, i.e., measurement of the so-called amount of base lines, is included.

[0050] (The 1st phase) The reference state of the inclination of the focal leveling mechanism 21 which will be the requisite for operation of this 1st phase is first explained based on drawing 2 . The state the stage equipment 16 seen from [ of drawing 1 ] arrow P and near the projection-optical-system PL is roughly shown in drawing 2 . In this drawing 2 , the wafer electrode holder 26 and the move mirror 28 grade are omitted.

[0051] In this drawing 2 , the focal leveling mechanism 21 (21a, 21b, 21c) serves as a predetermined posture, and defines the state of this drawing 2 as the reference state (reset state) of an inclination. Here, the upper surface of the wafer electrode holder 26 shall define a state parallel to the guide side 40 of X-Y stage 22, the reference state, i.e., the reset state, of an inclination. Moreover, the 1st reference mark Mr1 and Mr2 of the couple formed on the orientation plate FM represents, and this drawing 2 is shown as the 1st reference mark Mr.

[0052] In the state of this reset, the position of the direction of an optical axis of the projection optical system PL of the 1st reference mark Mr and the 2nd reference mark Mw (Z direction) has the difference of  $\Delta Z$  so that clearly from drawing 2 .

[0053] In the state of this reset, base-line measurement operation is started with a main control unit 50. That is, fixing the focal leveling mechanism 21 to a reset state, the position of X-Y stage 22 is controlled by the main control unit 50 through a drive system 20 so that the reference marks Mw and Mr on an orientation plate FM are located in the detection position of the focal detection system 36 one by one. Under the present circumstances, in a main control unit 50, it asks for the output of the focal detection system 36 to reference marks Mw and Mr, asks for  $\Delta Z$  shown in drawing 2 according to the difference, and memorizes to a non-illustrated internal memory. Here, since the focal sensor of an oblique incidence light type detects the position of the Z direction from predetermined datum level, detecting the above-mentioned  $\Delta Z$  is exactly measuring the difference of the position of the Z direction of the reference marks Mw and Mr to predetermined datum level. Thereby, operation of the 1st phase is completed.

[0054] Here, once it becomes settled with the flatness of an orientation plate FM, the assembly precision of equipment, etc. and equipment is assembled, it can be considered that the value of  $\Delta Z$  is the constant which is not changed mostly. Therefore, what is necessary is to also perform the measurement at once after an equipment assembly and adjustment, to memorize the measurement result to the internal memory, and just to read the information in memory henceforth if needed.

[0055] (The 2nd phase) Next, the 2nd phase of asking for the focal position Fw of the wafer alignment sensor 32 and the focal position Fr of the reticle alignment sensors 34a and 34b is explained.

[0056] On the optical path of the alignment light of the wafer alignment sensor 32, the air portion of the gap of glass also exists in addition to the so-called optical glass. For this reason, in connection with changing atmospheric pressure, the refractive-index distribution in an optical path will also be changed, and a focal plane will also be changed as a result. Since it can ask for the rate of the focal change to atmospheric pressure change beforehand, if the focal position FW0 in the atmospheric pressure state of criteria is measured, the focal position Fw can be predicted by measuring a subsequent atmospheric pressure change. Then, in a main control unit 50, by carrying out the monitor of the measurement value of the atmospheric pressure sensor 38, a subsequent atmospheric pressure change is measured and the focal position Fw of the wafer alignment sensor 32 is predicted based on this (it computes). When atmospheric pressure is set to P, the focal position Fw is expressed as follows.

[0057]

$$Fw = (FW0, P) \dots (1)$$

Usually, it is known that image formation properties, such as a focal position of optical system, are proportional to change of atmospheric pressure mostly, and the operation of (1) formula turns into a mere proportionality operation.

[0058] Although the focal position of the reticle alignment sensors 34a and 34b can also be predicted, since similarly a projection optical system PL is contained on the optical path in the case of the so-called reticle alignment sensor of the TTR method which performs reticle alignment through a projection optical system PL like this operation gestalt, it is necessary to take into consideration a part for the irradiation change by irradiation of the exposure light to a projection optical system PL besides atmospheric pressure change.

[0059] When the focal position in the time of there being no influence of the exposure light irradiation in a criteria atmospheric pressure state is set to Fr0 and the history of P and exposure light irradiation is set to Q for atmospheric pressure, the focal position Fr of the reticle alignment sensors 34a and 34b is expressed as follows.

[0060]

$$Fr = (Fr0, P, Q) \dots (2)$$

Then, in a main control unit 50, while carrying out the monitor of the measurement value of the atmospheric pressure

sensor 38, by carrying out the monitor of the integrator sensor 18, like atmospheric pressure P, the history of the exposure light irradiation to a projection optical system PL is searched for, and it asks for the focal position Fr of the reticle alignment sensors 34a and 34b based on the above-mentioned (2) formula.

[0061] In addition, since (2) formulas double and express a part for the focal change by atmospheric pressure change of a reticle alignment sensor intrinsic-light study system and a projection optical system PL, and a changed part of the focus resulting from exposure light irradiation of a projection optical system PL, they are natural. [ of your asking for a part for these change separately ]

[0062] And in a main control unit 50, according to the difference of the focal positions Fw and Fr for which it asked in the top, it asks for difference  $\Delta F$  of the focus of the reticle alignment sensors 34a and 34b shown in drawing 2, and the wafer alignment sensor 32, and memorizes to an internal memory. Thereby, operation of the 2nd phase is completed.

[0063] In this 3rd phase, (The 3rd phase) In a main control unit 50 First,  $\Delta Z$  for which it asked in the 1st phase of the above, and  $\Delta F$  for which it asked in the 2nd phase are used. The amount of inclinations which should drive the sample base 24 according to the focal leveling mechanism 21, i.e., the focal position of the wafer alignment sensor shown by the imaginary line in drawing 2, The angle theta with the segment which connects the segment which connects the focal position of the reticle alignment sensors 34a and 34b, and the 1st reference mark Mr and the 2nd reference mark Mw on an orientation plate FM ( $=\theta_1+\theta_2$ ) to accomplish is calculated.

[0064] If distance which projected the distance of the 1st reference mark Mr on an orientation plate FM and the 2nd reference mark Mw on the guide side 40 of an X-Y stage is set to L (L is 60-70mm) here as shown in drawing 2 In fact, it is angle theta 1 and theta 2. The amount theta of inclinations calculated since it is both minute amounts (several seconds - about dozens of seconds) is on the basis of the reset state of the focal leveling mechanism 21.  $\theta = \theta_1 + \theta_2 \cdot (\Delta F + \Delta Z) / L \dots (3)$

It can come out and express. In addition, the amount theta 2 of inclinations of an orientation plate FM From it being a minute amount, it thinks that distance with the marks Mw and Mr prepared on the orientation plate FM is L, and does not interfere.

[0065] In a main control unit 50, the amount theta of inclinations which should drive the sample base 24 according to the focal leveling mechanism 21 as mentioned above is calculated, and the inclination drive of \*\*\*\*\* 24 is carried out through the focal leveling mechanism 21 by the amount of inclinations. Then, in a main control unit 50, X-Y stage 22 is driven and the reference marks Mw and Mr on an orientation plate FM are moved onto the simultaneously optical axis of the wafer alignment sensor 32 and the reticle alignment sensors 34a and 34b, respectively. Subsequently, the parallel displacement of the sample base 24 is made to carry out in the direction of an optical axis further through the focal leveling mechanism 21 with a main control unit 50, so that the 1st reference mark Mr may focus to the reticle alignment sensors 34a and 34b where the inclination of the sample base 24 is maintained, carrying out the monitor of the measurement value of the focal detection system 36. This will be in the state where the 2nd reference mark Mw also focused to the wafer alignment sensor 32. this state where carried out for obtaining, the 1st reference mark Mr focused to the reticle alignment sensors 34a and 34b, and the 2nd reference mark Mw also focused to the wafer alignment sensor 32 is shown in drawing 3

[0066] In the state of this drawing 3, with a main control unit 50, position  $\Delta W$  based on [ of the wafer alignment sensor 32 ] indexes to the 2nd reference mark Mw is measured using the wafer alignment sensor 32, and position  $\Delta R$  of the reticle alignment marks MR1 and MR2 to the 1st reference mark Mr (namely, Mr1, Mr2) is measured using the reticle alignment sensors 34a and 34b almost simultaneously with this.

[0067] Signs that this  $\Delta W$  and  $\Delta R$  are measured are shown in drawing 4. Since the distance L from the 1st reference mark Mr to the 2nd reference mark Mw is known like the above, it can calculate, the distance BL of base lines, i.e., amount, from the projection position of the pattern on the reticle R represented with the reticle alignment marks Mr1 and Mr2 to the detection center (namely, center of Index Ma) of the wafer alignment sensor 32. This amount BL of base lines to calculate is given by the following formula in consideration of the sign (the direction of an arrow) of the amount of each so that clearly from drawing 4.

[0068]  
 $BL = L + \Delta W - \Delta R \dots (4)$

Then, in a main control unit 50, the projection position of the pattern on Reticle R and the distance (relative-position relation) to the detection center (namely, center of Index Ma) of the wafer alignment sensor 32 are computed by performing the operation of a formula (4) after measurement of Above  $\Delta W$  and  $\Delta R$ .

[0069] A stage control system and control means are constituted by the main control unit 50, and a storage means is constituted from this operation gestalt by the internal memory in a main control unit 50 so that clearly from old explanation.

[0070] As explained above, according to this operation gestalt, after attaching to the sample base 24 of an orientation plate FM Only by measuring beforehand difference  $\Delta Z$  of the direction position of an optical axis of the projection optical system PL of the 1st reference mark on the orientation plate FM to datum level, and the 2nd reference mark using the focal detection system 36, and memorizing the measurement result to the internal memory of a main control unit 50 It becomes possible to make the wafer alignment sensor 32 focus to the 2nd reference mark at the same time it makes the reticle alignment sensors 34a and 34b focus to the 1st reference mark after installation to the sample base 24 of an orientation plate FM. Therefore, since it may come to attach an orientation plate FM in the sample base 24 somewhat rough, skill becomes unnecessary as a result at anchoring of an orientation plate FM, and the work also becomes easy (a work man day can be reduced).

[0071] moreover, from measuring beforehand difference  $\Delta Z$  of the direction position of an optical axis of the projection optical system PL of the 1st reference mark on the orientation plate FM to datum level, and the 2nd reference mark like the above using the focal detection system 36 Even if irregularity is shown in an orientation plate FM front face, that there is nothing inconvenient [ what ] in a main control unit 50 It becomes possible to make the wafer alignment sensor 32 focus to the 2nd reference mark at the same time it makes the reticle alignment sensors 34a and 34b focus to the 1st reference mark on an orientation plate FM certainly, carrying out the monitor of the detection value of the focal detection system 36.

[0072] Furthermore, without receiving influence in this, even if it changes the focal position of the reticle alignment sensors 34a and 34b and the wafer alignment sensor 32 by atmospheric pressure change and irradiation change of a projection optical system PL, correctly, it becomes possible to make the wafer alignment sensor 32 focus to the 2nd reference mark at the same time it makes the reticle alignment sensors 34a and 34b focus to the 1st reference mark on an orientation plate FM.

[0073] Thus, since it becomes measurable [ the amount of base lines in the state where the wafer alignment sensor 32 and the reticle alignment sensors 34a and 34b were made to focus simultaneously to the 2nd reference mark Mr and the 1st reference mark Mr1 and Mr2 ] according to this operation form, a high base-line measurement precision is securable.

[0074] In addition, although the above-mentioned operation form explained as a tacit premise that two, 34a and 34b, were prepared and the focal position of both the sensors 34a and 34b was in agreement as a reticle alignment sensor Actually, when the focal positions of both the sensors 34a and 34b differ mutually by a certain reason, or when the positions (height) of the direction of an optical axis of the 1st reference mark Mr1 and Mr2 on an orientation plate FM differ, it is the same view as the above. What is necessary is making it just make the 1st reference mark Mr1 and Mr2 focus simultaneously in two reticle alignment sensors 34a and 34b by making the sample base 24 incline in the circumference of the Y-axis through the focal leveling mechanism 21.

[0075] Moreover, although the above-mentioned operation gestalt explained the case where this invention was applied to the projection aligner of a step-and-repeat method, this invention is suitably applicable if it has the mark detection system of an off-axis method similarly even if it is scanned type aligners, such as not only this but step -, - scanning method, etc.

[0076]

[Effect of the Invention] As explained above, according to invention according to claim 1, there is an outstanding effect that orientation plate anchoring work can be simplified.

[0077] Moreover, according to invention given in claims 2 and 3, certainly, even if irregularity is shown in an orientation plate front face in addition to the above-mentioned effect, the effect of the ability to make a mark detection system focusing is in the 2nd reference mark at the same time it makes a position detection system focus to the 1st reference mark.

[0078] Moreover, according to invention according to claim 4, certainly, even if there is atmospheric pressure change in addition to each above-mentioned effect of the invention, the effect of the ability to make a mark detection system focusing is in the 2nd reference mark at the same time it makes a position detection system focus to the 1st reference mark on an orientation plate.

[0079] Moreover, according to invention according to claim 5, certainly, even if it changes the focal position of a position detection system especially under the influence of the exposure light irradiation to a projection optical system in addition to each above-mentioned effect of the invention, the effect of the ability to be able to make a mark detection system focusing is in the 2nd reference mark at the same time it makes a position detection system focus to the 1st reference mark on an orientation plate.

[0080] Moreover, according to invention given in a claim 6 or 8, the outstanding relative-position measurement method (the base-line measurement method) that base-line measurement precision can be raised is offered.

---

[Translation done.]

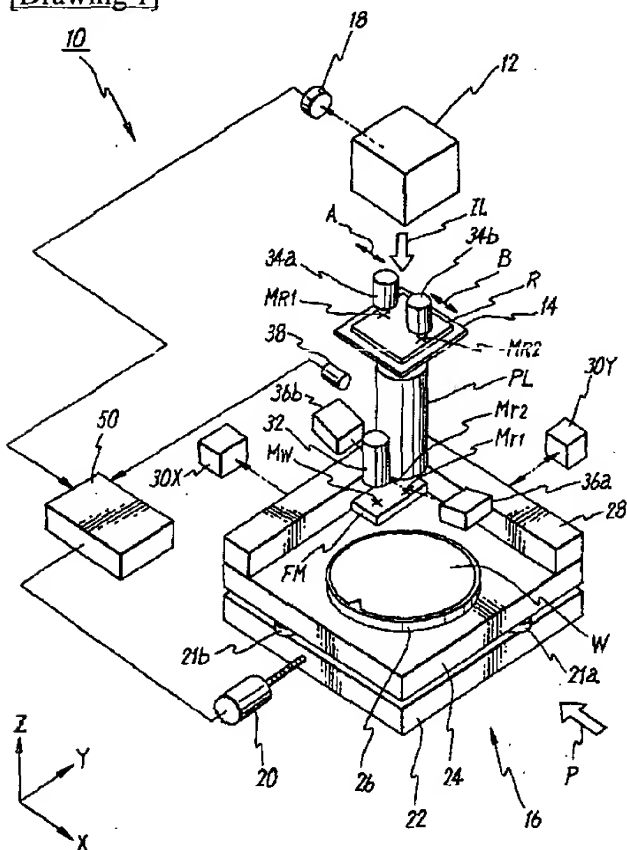


\* NOTICES \*

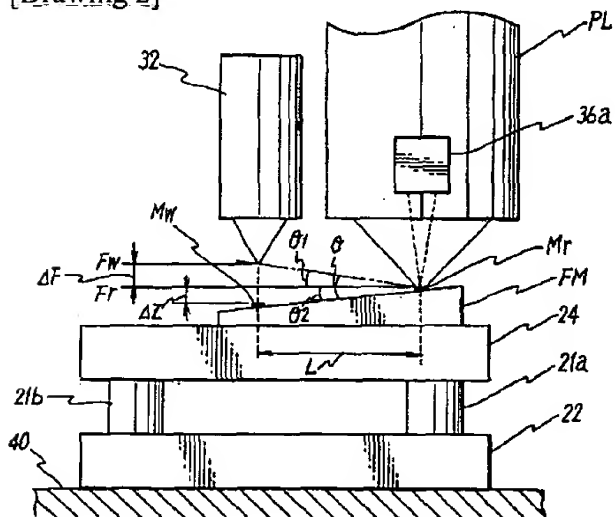
Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

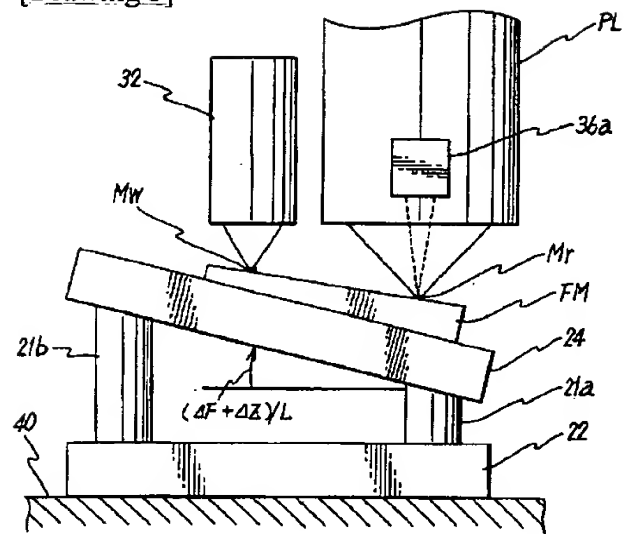
[Drawing 1]



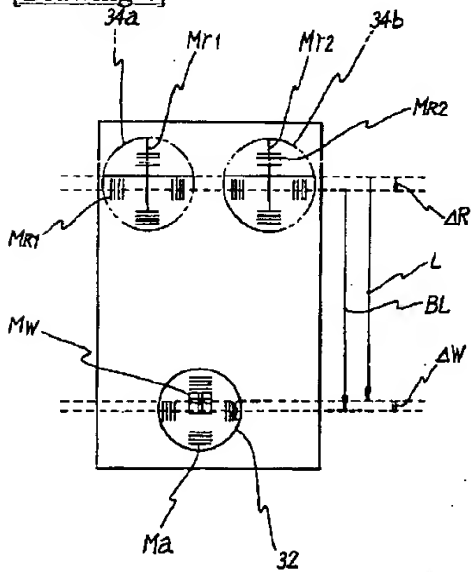
[Drawing 2]



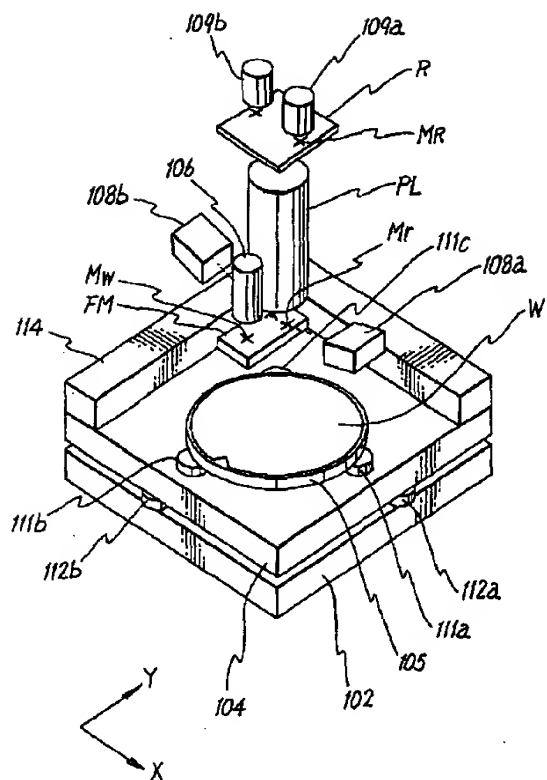
[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 10 - 275768

(43) 公開日 平成 10 年 (1998) 10 月 13 日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H01L 21/027			H01L 21/30	520 A
G03F 7/207			G03F 7/207	H
H01L 21/68			H01L 21/68	F
			21/30	525 R

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平 9 - 95284

(22) 出願日 平成 9 年 (1997) 3 月 28 日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号

(72) 発明者 奥村 正彦

東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン内

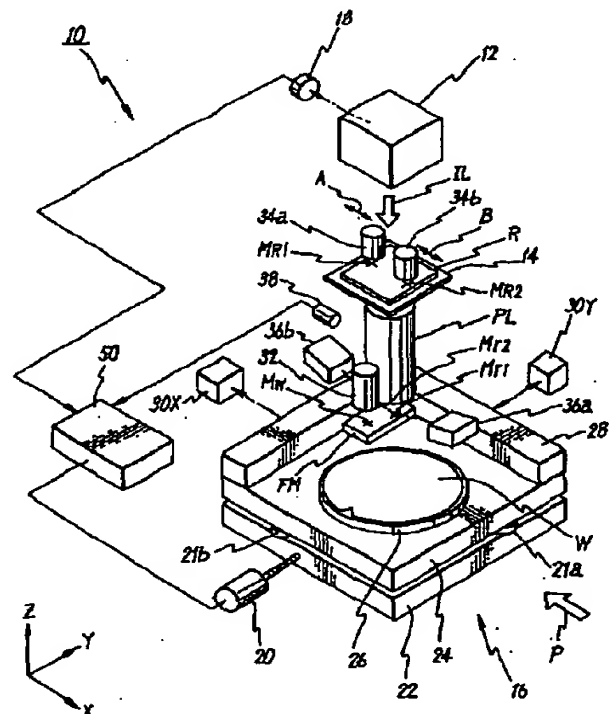
(74) 代理人 弁理士 立石 篤司 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 投影露光装置及び相対位置計測方法

(57) 【要約】

【課題】 基準板取付け作業を簡略化する。

【解決手段】 主制御装置 50 では基板ステージ 22 の位置決めを行ない、フォーカス検出系 (36a, 36b) の検出値をモニタしつつ基準板 (FM) 上の第 1 基準マーク (Mr) に位置検出系 (34a, 34b) を合焦させると同時に第 2 基準マーク (Mw) にマーク検出系 (32) を合焦させるように基板駆動系 (21a, 21b) が制御される。このため、基準板 (FM) の基板テーブル (24) への取付け後においても、第 1 基準マークに位置検出系を合焦させると同時に第 2 基準マークにマーク検出系を合焦させることが可能になることから、基準板 (FM) をある程度ラフに基板テーブル (24) に取り付けておいても良くなるので、結果的に基準板取付け作業に熟練が不要となり、その作業も容易になる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 マスクに形成されたパターンを投影光学系を介して感光基板上に投影露光する投影露光装置であって、

所定の基準面内を2次元移動可能な基板ステージと；前記感光基板を保持する基板テーブルと；前記基板ステージ上に搭載され、前記基板テーブルを前記投影光学系の光軸方向及びこれに直交する面に対して傾斜する方向に駆動する基板駆動系と；前記基板テーブル上に載置されるとともに第1基準マークと第2基準マークとが所定の位置関係で形成された基準板と；前記感光基板及び前記基準板の光軸方向位置を検出するフォーカス検出系と；前記基準板上の前記第1基準マークと前記マスクのパターンの投影位置との相対位置関係を計測する位置検出系と；前記感光基板上の位置合わせマーク及び前記基準板上の第2基準マークの位置を検出するためのマーク検出系と；前記基板ステージの2次元位置を制御するステージ制御系と；前記ステージ制御系を介して前記基板ステージの位置決めを行なうとともに、前記フォーカス検出系の検出値をモニタしつつ前記基準板上の前記第1基準マークに前記位置検出系を合焦させると同時に前記第2基準マークに前記マーク検出系を合焦させるように、前記基板駆動系を制御する制御手段とを有する投影露光装置。

【請求項2】 前記フォーカス検出系による前記第1基準マークと前記第2基準マークとの前記光軸方向の位置の検出結果が予め記憶された記憶手段を更に有し、前記制御手段は、前記記憶手段に記憶された検出結果を用いて、前記マーク検出系の前記第2基準マークに対する前記合焦動作と前記位置検出系の前記第1基準マークに対する前記合焦動作とを行なうことを特徴とする請求項1に記載の投影露光装置。

【請求項3】 前記制御手段は、前記ステージ制御系を介して前記基板ステージの位置決めを行なうとともに、前記フォーカス検出系を用いて前記第1基準マークと前記第2基準マークとの前記光軸方向の位置をそれぞれ検出し、この検出結果を用いて前記マーク検出系の前記第2基準マークに対する前記合焦動作と前記位置検出系の前記第1基準マークに対する前記合焦動作とを行なうことを特徴とする請求項1に記載の投影露光装置。

【請求項4】 大気圧を計測する大気圧センサを更に有し、前記制御手段が、大気圧変化をも考慮して前記マーク検出系の前記第2基準マークに対する前記合焦動作と前記位置検出系の前記第1基準マークに対する前記合焦動作とを行なうことを特徴とする請求項1ないし3のいずれか一項に記載の投影露光装置。

【請求項5】 前記マスク又は投影光学系に対して照射される露光光の光量を計測する光量センサを更に有し、前記制御手段は、前記光量センサの計測結果に基づいて

前記投影光学系の露光光照射による照射変動をも考慮して前記位置検出系の前記第1基準マークに対する前記合焦動作を行なうことを特徴とする請求項1ないし4のいずれか一項に記載の投影露光装置。

【請求項6】 第1基準マークと第2基準マークとが所定の位置関係で形成された基準板と、前記第1基準マークとマスクのパターンの投影位置との相対位置関係を計測するための位置検出系と、前記パターンが投影光学系を介して投影露光される感光基板上に設けられた位置合わせマークの位置を検出するマーク検出系とを備えた露光装置に用いられる、前記パターンの投影位置と前記マーク検出系との相対位置関係を計測する相対位置計測方法において、

所定の基準面に対する前記基準板上に設けられた前記第1基準マークと第2基準マークとの前記投影光学系の光軸方向位置の差を計測し、

前記マーク検出系のベストフォーカス位置と前記位置検出系のベストフォーカス位置とをそれぞれ算出し、

前記計測された光軸方向位置の差及び前記算出された各ベストフォーカス位置とに基づいて前記基準板上の前記第1基準マークを前記位置検出系に合焦させると同時に前記第2基準マークをマーク検出系に合焦させた状態

で、前記位置検出系により前記第1基準マークと前記マスクのパターンの投影位置との相対位置関係を検出するとともに前記マーク検出系の検出中心と前記第2基準マークとの位置ずれを検出し、これらの検出結果と前記両基準マークの既知の位置関係とに基づいて前記パターンの投影位置とマーク検出系との相対位置関係を計測することを特徴とする相対位置計測方法。

【請求項7】 前記マーク検出系のベストフォーカス位置と前記位置検出系のベストフォーカス位置の算出は、少なくとも大気圧変化を考慮して行われることを特徴とする請求項6に記載の相対位置計測方法。

【請求項8】 前記位置検出系のベストフォーカス位置の算出は、前記投影光学系の照射変動を考慮して行われることを特徴とする請求項7に記載の相対位置計測方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、投影露光装置及び相対位置計測方法に係り、更に詳しくは、半導体素子、液晶表示素子等をフォトリソグラフィ工程で製造する際に用いられる投影露光装置、及び投影露光装置に用いられる、マスクパターンの投影位置と感光基板上の位置合わせマークの位置を検出するマーク検出系の検出中心との相対位置関係を計測する相対位置計測方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、半導体素子、液晶表示素子等をフォトリソグラフィ工程で製造する際には、マスク又はレチクル（以下、「レチクル」と総称する）に形成さ

10

20

30

40

50

れたパターンを投影光学系を介してフォトリソ等の感光材が塗布されたウエハ又はガラスプレート等の基板（以下、「ウエハ」と総称する）上に投影露光する投影露光装置が用いられている。この投影露光装置としては、ステップ・アンド・リピート方式でウエハ上の各ショット領域に露光を行なう縮小投影露光装置（ステッパー）や、このステッパーを改良したステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置等が知られている。

【0003】例えば半導体素子は、ウエハ上に多数層の回路パターンを所定の位置関係で積み重ねて形成されるので、2層目以降の回路パターンをウエハ上に露光する際には、露光に先立ってレチクルとウエハの各ショット領域内の回路パターンとの位置合わせ（アライメント）を高精度に行う必要がある。このアライメントを行うために、ウエハ上にはそれまでの工程で位置合わせマークとしてのアライメント・マーク（ウエハマーク）が形成されており、そのアライメント・マークの位置を検出することで、ウエハ上の各ショット領域内の回路パターンの正確な位置を検出することができる。

【0004】このため、投影露光装置には、アライメント・マークの位置を正確に検出するためのマーク検出系（アライメントセンサ）が装備されている。このマーク検出系は、投影光学系を介してアライメント・マークの位置を検出するオン・アクシス方式と投影光学系を介さないでアライメント・マークの位置を検出するオフ・アクシス方式とがある。前者のオン・アクシス方式ではアライメント光と露光光との波長の相違による色収差等の問題があるため、後者のオフ・アクシス方式のマーク検出系が比較的多く用いられている。

【0005】図5には、従来の投影露光装置の一例が示されている。この図5の投影露光装置は、XY面内で2次元移動するXYステージ102を備えている。このXYステージ102上に、Z駆動機構112a、112b、112c（但し、紙面奥側の112cは図示せず）を介して試料台104が搭載されている。この試料台104上にレベリング機構111a、111b、111cを介してウエハ・ホルダ105が設けられおり、このウエハ・ホルダ105上にウエハWが吸着保持されている。また、試料台104上には、不図示の干渉計用の移動鏡（L字型ミラー）114及び基準板FMが設けられている。基準板FMの表面には一対の第1基準マークMr、第2基準マークMw等が形成されている。

【0006】また、ウエハ・ホルダ105の上方に投影光学系PLが配置されており、この投影光学系PLの側面にオフ・アクシス方式のマーク検出系としてのウエハ・アライメント・センサ106が設けられている。このウエハ・アライメント・センサ106により、基準板FMの表面に形成された第2基準マークMwや、ウエハWの表面にパターニングされたアライメント・マークのXY平面内での位置が計測可能となっている。

【0007】さらに、投影光学系PLの上方には、レチクルRが配置されており、このレチクルRは不図示のレチクル・ホルダによって保持されている。このレチクルRの中央部には、不図示の回路パターン（被露光パターン）が形成されており、その両側に一対のレチクル・アライメント・マークM<sub>1</sub>が形成されている。レチクルRの上方には、レチクル・アライメント・センサ109a、109bが設けられており、これらのレチクル・アライメント・センサ109a、109bによってレチクル・アライメント・マークM<sub>1</sub>と基準板FM上に形成された一対の第1基準マークMrとの位置ずれを計測できるようになっている。

【0008】この他、この投影露光装置には、ウエハW表面の投影光学系PLの光軸方向の位置（変位）を計測するフォーカス・センサ（108a、108b）も設けられている。

【0009】この投影露光装置では、予めウエハW上に形成されたアライメント・マークの位置を、ウエハ・アライメント・センサ106によって計測した後、XYステージ102とZ駆動機構112a、112b、112c、レベリング機構111a、111b、111cを駆動して、ウエハWのショット領域を露光位置（レチクルR上のパターンの投影位置）及び投影光学系PLの像面に対して位置合わせした後、露光が行われる。

【0010】上記のように、ウエハ・アライメント・センサ106によって計測した結果に基づいて、ウエハWの上記位置合わせを行うためには、ウエハ・アライメント・センサ106の検出中心とレチクルR上のパターンの投影位置との相対位置関係が分かっている必要がある。この相対位置関係を求めるのが、ベースライン計測シーケンスと呼ばれるものである。

【0011】この投影露光装置におけるベースライン計測は、次のようにして行われる。すなわち、試料台104上に設けられた基準板FM上の第2基準マークMwをウエハ・アライメント・センサ106で観察すると同時に一対の第1基準マークMrを投影光学系PLを介してレチクル・アライメント・センサ109a、109bで観察する。そして、レチクル・アライメント・センサ109a、109bによりレチクルR上の一対のレチクル・アライメント・マークM<sub>1</sub>と基準板FM上の一対の第1基準マークMrとの相対位置関係（相対距離）を計測し、ウエハ・アライメント・センサ106により、ウエハ・アライメント・センサ106の内部に設けられた検出基準となる指標マークと基準板FM上の第2基準マークMwとの相対位置関係（相対距離）を計測する。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】上記ベースライン計測を行う際、ウエハ・アライメント・センサ106とレチクル・アライメント・センサ109a、109bは、同時に基準板FM上の各基準マークに合焦した状態で計測

10

20

30

40

50



を行うことができることがスルーブット上理想的である。しかし、上記構成の投影露光装置にあっては、基準板FMの取付け後に、倍率等の他の結像特性に影響を与えることなく、ウエハ・アライメント・センサ106とレチクル・アライメント・センサ109a、109bとを基準板FM上の各基準マークに同時に合焦させることは困難であった。このため、ベースライン計測時に、ウエハ・アライメント・センサ106とレチクル・アライメント・センサ109a、109bとを基準板FMに対して合焦させるような動作は行われておらず、基準板FMの取付けの段階で、ウエハ・アライメント・センサ106とレチクル・アライメント・センサ109a、109bとができるだけ同時に基準板FM上の各基準マークに合焦するように、基準板FMの取り付け作業を行っていた。具体的には、試料台104上に基準板を支持するための3点の支持面（島出し面とも呼ばれる）を形成し、これらの支持面を少しずつ削ることにより、基準板FMの取付け角度の調整を厳密に行う必要があった。このため、基準板取付け作業に熟練を要するとともに、面倒で手間の掛かるという不都合があった。

【0013】また、仮に、上記の如くして基準板FMの取り付けを厳密に行ったとしても、装置使用時の大気圧変動や、投影光学系PLへの露光光照射などの影響により、両センサ106、(109a、109b)の合焦位置の差が変動するため、少なくとも一方のアライメント・センサにデフォーカスが発生することは避けることができなかった。このため、計測対象である各マーク像のコントラスト低下による計測再現性の悪化や、特にレチクル・アライメント・センサの場合には、主光線の傾斜（テレセントリシティのずれ）との相乗効果による計測誤差が発生するという不都合があった。

【0014】本発明は、かかる事情の下になされたもので、請求項1に記載の発明の目的は、特に、基準板取付け作業を簡略化することができる投影露光装置を提供することにある。

【0015】また、請求項2及び3に記載の発明の目的は、上記目的に加え、基準板表面に凹凸があっても、確実に、第1基準マークに位置検出系を合焦させると同時に第2基準マークにマーク検出系を合焦させることが可能な投影露光装置を提供することにある。

【0016】また、請求項4に記載の発明の目的は、上記各発明の目的に加え、大気圧変動があっても、確実に、基準板上の第1基準マークに位置検出系を合焦させると同時に第2基準マークにマーク検出系を合焦させることが可能な投影露光装置を提供することにある。

【0017】また、請求項5に記載の発明の目的は、上記各発明の目的に加え、投影光学系への露光光照射の影響により特に位置検出系の焦点位置が変動しても、確実に、基準板上の第1基準マークに位置検出系を合焦させると同時に第2基準マークにマーク検出系を合焦させる

ことが可能な投影露光装置を提供することにある。

【0018】また、請求項6ないし8に記載の発明の目的は、ベースライン計測精度を向上させることが可能な相対位置計測方法（ベースライン計測方法）を提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、マスク(R)に形成されたパターンを投影光学系(PL)を介して感光基板(W)上に投影露光する投影露光装置であって、所定の基準面内を2次元移動可能な基板ステージ(22)と；前記感光基板(W)を保持する基板テーブル(24)と；前記基板ステージ(22)上に搭載され、前記基板テーブル(24)を前記投影光学系(PL)の光軸方向及びこれに直交する面に対して傾斜する方向に駆動する基板駆動系(21a、21b)と；前記基板テーブル(24)上に載置されるとともに第1基準マーク(M<sub>11</sub>、M<sub>12</sub>)と第2基準マーク(M<sub>w</sub>)とが所定の位置関係で形成された基準板(FM)と；前記感光基板(W)及び前記基準板(FM)の光軸方向位置を検出するフォーカス検出系(36a、36b)と；前記基準板(FM)上の前記第1基準マーク(M<sub>11</sub>、M<sub>12</sub>)と前記マスク(R)のパターンの投影位置との相対位置関係を計測する位置検出系(34a、34b)と；前記感光基板(W)上の位置合わせマーク及び前記基準板(FM)上の第2基準マーク(M<sub>w</sub>)の位置を検出するためのマーク検出系(32)と；前記基板ステージ(22)の2次元位置を制御するステージ制御系(50)と；前記ステージ制御系(50)を介して前記基板ステージ(22)の位置決めを行なうとともに、前記フォーカス検出系(36a、36b)の検出値をモニタしつつ前記基準板(FM)上の前記第1基準マーク(M<sub>11</sub>、M<sub>12</sub>)に前記位置検出系(34a、34b)を合焦させると同時に前記第2基準マーク(M<sub>w</sub>)に前記マーク検出系(32)を合焦させるように、前記基板駆動系(21a、21b)を制御する制御手段(50)とを有する。

【0020】これによれば、制御手段により、ステージ制御系を介して基板ステージの位置決めが行われ、フォーカス検出系の検出値をモニタしつつ基準板上の第1基準マークに位置検出系を合焦させると同時に第2基準マークにマーク検出系を合焦させるように、基板駆動系が制御される。この基板駆動系の制御は、例えば基準状態における既知の位置検出系の焦点位置とマーク検出系の焦点位置とに基づいて、その差に対応する角度だけ基板テーブルを基準面に対して傾けるとともに、基準板上の一方の基準マークの位置をフォーカス検出系で検出しつつ行われる。但し、この場合、基準面に対する基準板の傾き（取付け角度）が既知であることが前提になる。

【0021】このように本発明によれば、基準面に対する基準板の傾き（取付け角度）さえ判明していれば、基

準板の基板テーブルへの取付け後においても、第 1 基準マークに位置検出系を合焦させると同時に第 2 基準マークにマーク検出系を合焦させることが可能になる。従って、基準板をある程度ラフに基板テーブルに取り付けておいても良くなるので、結果的に基準板取付け作業に熟練が不要となり、その作業工数も減少させることができる。

【0022】上記請求項 1 に記載の発明は、基準板表面が平面であることを前提としているが、基準板表面も厳密な意味で平面とは限らず、凹凸がある場合も考えられ

る。

【0023】かかる場合を考慮して、請求項 2 に記載の発明の如く、前記フォーカス検出系 (36a, 36b) による前記第 1 基準マーク ( $M_{r1}$ ,  $M_{r2}$ ) と前記第 2 基準マーク ( $M_w$ ) との前記光軸方向の位置の検出結果が予め記憶された記憶手段 (50) を更に設け、前記制御手段 (50) は、前記記憶手段 (50) に記憶された検出結果を用いて、前記マーク検出系 (32) の前記第 2 基準マーク ( $M_w$ ) に対する前記合焦動作と前記位置検出系 (34a, 34b) の前記第 1 基準マーク ( $M_{r1}$ ,  $M_{r2}$ ) に対する前記合焦動作とを行なうようにしても良い。このようにした場合には、基準板表面に凹凸があっても何らの不都合なく、制御手段では記憶手段に記憶された検出結果及び既知の位置検出系の焦点位置とマーク検出系の焦点位置とに基づいて、確実に、フォーカス検出系の検出値をモニタしつつ基準板上の第 1 基準マークに位置検出系を合焦させると同時に第 2 基準マークにマーク検出系を合焦させることが可能になる。

【0024】あるいは、請求項 3 に記載の発明の如く、前記制御手段 (50) は、ステージ制御系 (50) を介して前記基板ステージ (22) の位置決めを行なうとともに、前記フォーカス検出系 (36a, 36b) を用いて前記第 1 基準マーク ( $M_{r1}$ ,  $M_{r2}$ ) と前記第 2 基準マーク ( $M_w$ ) との前記光軸方向の位置をそれぞれ検出し、この検出結果を用いて前記マーク検出系 (32) の前記第 2 基準マーク ( $M_w$ ) に対する前記合焦動作と前記位置検出系 (34a, 34b) の前記第 1 基準マーク ( $M_{r1}$ ,  $M_{r2}$ ) に対する前記合焦動作とを行なうようにしても良い。この場合にも、請求項 2 に記載の発明の場合と同様に、基準板表面に凹凸があっても何らの不都合なく、制御手段では第 1 基準マークと第 2 基準マークとの光軸方向の位置の検出結果及び既知の位置検出系の焦点位置とマーク検出系の焦点位置とに基づいて、確実に、基準板上の第 1 基準マークに位置検出系を合焦させると同時に第 2 基準マークにマーク検出系を合焦させることが可能になる。

【0025】上記各発明において、請求項 4 に記載の発明の如く、大気圧を計測する大気圧センサ (38) を更に設け、前記制御手段 (50) が、大気圧変化をも考慮して前記マーク検出系 (32) の前記第 2 基準マーク

( $M_w$ ) に対する前記合焦動作と前記位置検出系 (34a, 34b) の前記第 1 基準マーク ( $M_{r1}$ ,  $M_{r2}$ ) に対する前記合焦動作とを行なうようにしても良い。このようにすれば、装置使用時の大気圧変動により位置検出系、マーク検出系の焦点位置が変動した場合においても、大気圧変化をも考慮して、確実に、基準板上の第 1 基準マークに位置検出系を合焦させると同時に第 2 基準マークにマーク検出系を合焦させることが可能になる。

【0026】また、上記各発明において、請求項 5 に記載の発明の如く、前記マスク (R) 又は投影光学系 (PL) に対して照射される露光光の光量を計測する光量センサ (18) を更に設け、前記制御手段 (50) は、前記光量センサ (18) の計測結果に基づいて前記投影光学系 (PL) の露光光照射による照射変動をも考慮して前記位置検出系 (34a, 34b) の前記第 1 基準マーク ( $M_{r1}$ ,  $M_{r2}$ ) に対する前記合焦動作を行なうようにしても良い。このようにすれば、投影光学系への露光光照射の影響により特に位置検出系の焦点位置が変動しても、これに影響されることなく、確実に、基準板上の第 1 基準マークに位置検出系を合焦させると同時に第 2 基準マークにマーク検出系を合焦させることが可能になる。

【0027】請求項 6 に記載の発明は、第 1 基準マーク ( $M_{r1}$ ,  $M_{r2}$ ) と第 2 基準マーク ( $M_w$ ) とが所定の位置関係で形成された基準板 (FM) と、前記第 1 基準マーク ( $M_{r1}$ ,  $M_{r2}$ ) とマスク (R) のパターンの投影位置との相対位置関係を計測するための位置検出系 (34a, 34b) と、前記パターンが投影光学系 (PL) を介して投影露光される感光基板 (W) 上に設けられた位置合わせマークの位置を検出するマーク検出系 (32) とを備えた露光装置に用いられる、前記パターンの投影位置と前記マーク検出系 (32) との相対位置関係を計測する相対位置計測方法において、所定の基準面に対する前記基準板 (FM) 上に設けられた前記第 1 基準マーク ( $M_{r1}$ ,  $M_{r2}$ ) と第 2 基準マーク ( $M_w$ ) との前記投影光学系 (PL) の光軸方向位置の差を計測し、前記マーク検出系 (32) のベストフォーカス位置と前記位置検出系 (34a, 34b) のベストフォーカス位置とをそれぞれ算出し、前記計測された光軸方向位置の差及び前記算出された各ベストフォーカス位置とに基づいて前記基準板 (FM) 上の前記第 1 基準マーク ( $M_{r1}$ ,  $M_{r2}$ ) を前記位置検出系 (34a, 34b) に合焦させると同時に前記第 2 基準マーク ( $M_w$ ) をマーク検出系 (32) に合焦させた状態で、前記位置検出系 (34a, 34b) により前記第 1 基準マーク ( $M_{r1}$ ,  $M_{r2}$ ) と前記マスク (R) のパターンの投影位置との相対位置関係を検出するとともに前記マーク検出系 (32) の検出中心と前記第 2 基準マーク ( $M_w$ ) との位置ずれを検出し、これらの検出結果と前記両基準マークの既知の位置関係とに基づいて前記パターンの投影位置とマーク検

出系との相対位置関係を計測することを特徴とする。

【0028】これによれば、所定の基準面に対する基準板上に設けられた第1基準マークと第2基準マークとの投影光学系の光軸方向位置の差が計測される。この計測は基準板の装置への取付け後に、一度行えば足りる。また、マーク検出系のベストフォーカス位置と位置検出系のベストフォーカス位置とがそれぞれ算出される。これらのベストフォーカス位置の基準状態における値は、例えば装置の調整時に所望の値となるように、厳密に調整されており、その値は既知である。この基準状態における値に基づいて、所定の演算により、環境条件の変化に応じた実際のマーク検出系のベストフォーカス位置と位置検出系のベストフォーカス位置とが算出される。そして、計測された光軸方向位置の差及び算出された各ベストフォーカス位置とに基づいて基準板上の第1基準マークを位置検出系に合焦させると同時に第2基準マークをマーク検出系に合焦させた状態で、位置検出系により第1基準マークとマスクのパターンの投影位置との相対位置関係が検出され、これとほぼ同時にマーク検出系の検出中心と第2基準マークとの位置ずれが検出される。しかる後、これらの検出結果と両基準マークの既知の位置関係とに基づいてパターンの投影位置とマーク検出系との相対位置関係（すなわち、ベースライン量）が計測される。このように、本発明によれば、常に基準板上の第1基準マークを位置検出系に合焦させると同時に第2基準マークをマーク検出系に合焦させるので、計測対象である各マーク像のコントラスト低下による計測再現性の悪化等が生じなくなる。従って、ベースライン計測精度を向上させることが可能になる。

【0029】この場合において、上記の環境条件の変化としては、例えば大気圧変動、湿度の変動、温度の変動、投影光学系の照射変動等が考えられるので、これらの全てを考慮して上記各ベストフォーカス位置の計測を行うことが望ましいが、演算が複雑になる。

【0030】かかる点を考慮すれば、例えば、請求項7に記載の発明の如く、前記マーク検出系のベストフォーカス位置と前記位置検出系のベストフォーカス位置の算出は、少なくとも大気圧変化を考慮して行うようにすれば良い。このようにする場合には、フォーカスの大気圧変化は、大気圧の変動分に比例するので、比較的簡単な演算によりフォーカスに大きな影響を与える大気圧変動を考慮した各ベストフォーカス位置の算出が可能となり、これによりベースライン計測精度を向上させることができる。

【0031】また、請求項8に記載の発明の如く、前記位置検出系のベストフォーカス位置の算出は、前記投影光学系の照射変動を考慮して行われることがより望ましい。この場合には、照射変動をも考慮して位置検出系のベストフォーカス位置が算出されるので、より正確な各ベストフォーカス位置の算出が可能となる。従って、ベ

ースライン計測精度を一層向上させることができる。但し、この場合には、ベストフォーカス位置算出のための多少複雑な演算が必要となる。

【0032】

【発明の実施の形態】以下、本発明の一実施形態を図1ないし図4に基づいて説明する。図1には、一実施形態の投影露光装置10の主要部の構成が示されている。この投影露光装置10は、ステップ・アンド・リピート方式の縮小投影露光装置（ステッパー）である。

【0033】投影露光装置10は、マスクとしてのレチクルRを照明する照明光学系12、この照明光学系12の下方に配置されレチクルRを保持するレチクルホルダ14、レチクルRの下方に配置された投影光学系PL、この投影光学系PLの下方に配置され感光基板としてのウエハWを保持するステージ装置16、及び主制御装置50等を備えている。

【0034】前記照明光学系12は、図1では単なるブロックとして示されているが、実際には、例えばコリメータレンズ、フライアイレンズ等から成る照度均一化光学系、リレーレンズ系、レチクルブラインド、コンデンサレンズ等（いずれも図示省略）を含んで構成され、不図示の露光光源からの露光光ILによりほぼ均一な照度でレチクルR上のレチクルブラインドで規定された所定の矩形領域を上方から照明する。露光光ILとしては、例えばKrFエキシマレーザ光やArFエキシマレーザ光が使用される。なお、露光光ILとして、銅蒸気レーザやYAGレーザの高調波、あるいは超高压水銀ランプからの紫外域の輝線（g線、i線等）等を用いても良い。

【0035】また、照明光学系12内の露光光ILの光路上には、透過率が大きく反射率が僅かの不図示のビームスプリッタが設けられ、このビームスプリッタによりレチクルRに照射される露光光ILの一部が取り出され、光量センサとしてのインテグレートセンサ18に受光されるようになっている。このインテグレートセンサ18は受光量に応じた光電信号を出力し、この光電信号が主制御装置50によってモニタされるようになっている。インテグレートセンサ18としては、例えば遠紫外域で感度があり、且つ露光光源としてのエキシマレーザ光源のパルス発光を検出するために高い応答周波数を有するPIN型のフォトダイオード等が使用される。また、本実施形態の場合、インテグレートセンサ18の出力は、後述する試料台24上で像面（即ち、ウエハWの表面）と同じ高さに設置された不図示の基準照度計の出力に対して予め校正（キャリブレーション）されている。従って、インテグレートセンサ18の出力に基づいて予め求められた変換係数、或いは変換関数を用いて間接的に像面上に与えられている露光量を計測できるようになっている。

【0036】前記レチクルホルダ14上には、レチクル

Rが例えば真空吸着等によって固定されている。このレチクルホルダ14は、レチクルRの位置決めのため、照明光学系12の光軸（後述する投影光学系PLの光軸に一致）に垂直な平面内で2次的に（X軸方向及びこれに直交するY軸方向及びXY平面に直交するZ軸回りの回転方向に）微小駆動可能に構成されている。レチクルRの裏面中央部には、クロムパターン等から成る不図示の回路パターンが形成されている。また、図1に示されるように、この回路パターンが形成されたパターン領域のX軸方向における両側にレチクル・アライメント・マーク（以下、「レチクルマーク」という） $M_{11}$ 、 $M_{12}$ が形成されている。

【0037】前記投影光学系PLは、その光軸（照明光学系12の光軸に一致）の方向がZ軸方向とされ、ここでは両側テレセントリックな光学配置となるように光軸AX方向に沿って所定間隔で配置された複数枚のレンズエレメントを有する屈折光学系が使用されている。この投影光学系PLは所定の投影倍率、例えば1/5（あるいは1/4）を有する縮小光学系である。このため、照明光学系12からの露光光ILによってレチクルRが照明されると、このレチクルRを通過した露光光ILにより、投影光学系PLを介してレチクルRの回路パターンの縮小像がウエハWの表面に形成される。このようにしてフォトリソが塗布されたウエハW上に、レチクルR上のパターンが露光転写される。

【0038】前記ステージ装置16は、不図示のベース上を、駆動系20によりX軸方向及びこれに直交するY軸方向に移動可能な基板ステージとしてのXYステージ22と、このXYステージ22上にXY方向に位置決めされかつZ軸方向の移動及び傾斜が許容された状態で取り付けられた基板テーブルとしての試料台24と、この試料台24上に設けられたウエハ・ホルダ26とを備えている。このウエハ・ホルダ26はウエハWを吸着保持している。

【0039】前記試料台24は、基板駆動系としてのフォーカス・レベリング機構を介してXYステージ22上に搭載されている。このフォーカス・レベリング機構は、試料台24を異なる3点で支持するとともに、独立してZ軸方向に駆動可能な3つの上下動機構21a、21b、21c（但し、紙面奥側の22cは図示せず）から成る。以下、便宜上、このフォーカス・レベリング機構を、「フォーカス・レベリング機構21」と呼ぶものとする。このフォーカス・レベリング機構21が駆動系20を介して主制御装置50によって制御され、これによって試料台24上に保持されたウエハWの面位置（Z軸方向位置及びXY平面に対する傾斜）が所望の状態に設定されるようになっている。

【0040】また、試料台24上にはL字型ミラーから成る移動鏡28が固定されている。この移動鏡28は、X軸に直交する反射面と、Y軸に直交する反射面とを有

している。移動鏡28の前記各反射面には、Xレーザ干渉計30X、Yレーザ干渉計30Yから測長ビームが投射されており、Xレーザ干渉計30X、Yレーザ干渉計30Yでは、それぞれ反射光を受光して試料台24のX位置、Y位置を所定の分解能（例えば、1nm程度の分解能）で常時計測している。これらの干渉計30X、30Yで計測された試料台24の位置情報は主制御装置50に送られ、主制御装置50では前記位置情報に基づいて駆動系20を介してXYステージ22を位置制御する。なお、X軸方向又はY軸方向の干渉計の測長軸を2軸にして、試料台24の回転をも計測するようにしても良い。

【0041】また、試料台24上には、基準板FMも設けられている。この基準板FMの表面には例えば、図4に示されるように一对の第1基準マーク $M_{11}$ 、 $M_{12}$ と、一つの第2基準マーク $M_w$ が形成されている。

【0042】ウエハW上には、それまでの工程で形成された回路パターンが形成されているのでレチクルパターンの転写に際しては、既に形成されたパターンと新たに転写するレチクルパターンの位置関係を正確に合わせる必要がある。このため、一般にウエハW上には、既存の回路パターンの位置を検出するためのウエハ・アライメント・マーク（以下、「ウエハマーク」という）が形成されている。

【0043】このウエハマークを検出するためのマーク検出系としてのオフアクシス方式のウエハ・アライメント・センサ32が投影光学系PLの側面に設けられている。このウエハ・アライメント・センサ32としては、検出中心となる指標 $M_a$ （図4参照）を有する画像処理方式の結像式アライメントセンサが用いられている。このウエハ・アライメント・センサ32の計測値は主制御装置50に供給されるようになっている。

【0044】また、レチクルRの上方には、レチクル・アライメント・センサ34a、34bが設けられている。これらのレチクル・アライメント・センサ34a、34bとしては、結像光学系と撮像素子（CCD等）とを備えたものが使用されている。そして、これらのレチクル・アライメント・センサ34a、34bによってレチクルマーク $M_{11}$ 、 $M_{12}$ と基準板FM上に形成された一对の第1基準マーク $M_{11}$ 、 $M_{12}$ とのずれを計測できるようになっている。これらのレチクル・アライメント・センサ34a、34bの計測値も主制御装置50に供給される。これらのレチクル・アライメント・センサ34a、34bは、矢印A、Bで示されるようにX方向に移動可能となっており、計測時以外は主制御装置50によって不図示の駆動装置を介してレチクル上から退避されるようになっている。

【0045】更に、本実施形態の投影露光装置10では、ウエハW表面又は基準板FM表面の投影光学系PLの光軸方向の位置（変位）を計測する斜入射光式のフォ

一カス検出系も設けられている。このフォーカス検出系は、ウエハW表面（又は基準板FM表面）に対して所定角度（5～12度）傾斜した方向からスリット像を投射結像させる送光光学系36aと、この反射したスリット像の光束を受光する受光光学系36bとから成る斜入射光式のフォーカス検出系が用いられている。以下、このフォーカス検出系を「フォーカス検出系36」と呼ぶものとする。なお、この斜入射光式のフォーカス検出系については、本願と同一の出願人が提案した特開昭58-113706号公報に開示されているので、その構成及び動作の詳細は省略する。

【0046】この他、本実施形態の投影露光装置10では、投影光学系PLの近傍における大気圧の変化を計測する大気圧センサ38が設けられている。この大気圧センサ38の計測値も主制御装置50に供給されるようになっている。なお、大気圧センサ38とともに、他の環境センサ、例えば温度センサ、湿度センサ等を設けても勿論良い。

【0047】前記主制御装置50は、マイクロコンピュータ（又はミニコンピュータ）等のコンピュータから成り、装置全体を統括的に制御する。具体的には、この主制御装置50は、ウエハW上の各ショット領域を露光位置に位置決めしたり、後述するベースライン計測を行なったりする際に、レーザ干渉計30X、30Yの計測値に基づき、駆動系20を介してXYステージ22の位置を制御する。さらに主制御装置50は、ウエハW上のショット領域を投影光学系PLの像面に合わせる等の目的で駆動系20を介してフォーカス・レベリング機構21を制御する。また、この主制御装置50は、駆動系20を介してXYステージ22を2次元移動させつつ、フォーカス検出系36の計測値をモニタすることにより基準板FMやウエハWの平面度あるいは傾斜を計測する機能、及びその計測結果を不図示の内部メモリに記憶する機能を有している。更に、この主制御装置50は、大気圧センサ38で計測された大気圧変化に応じて、ウエハ・アライメント・センサ32のベスト・フォーカス位置及び投影光学系PLを介したレチクル・アライメント・センサ34a、34bのベスト・フォーカス位置を算出する機能や、インテグレートセンサ18の計測値から得られる投影光学系PLに対する露光光照射エネルギーの履歴に応じてレチクル・アライメント・センサ34a、34bのベスト・フォーカス位置を算出する機能等をも有している。なお、これらのベスト・フォーカス位置の算出については、更に後述する。

【0048】次に、上述のようにして 成された本実施形態の投影露光装置10の主要な動作を、図2ないし図4を参照しつつ、主制御装置50の制御動作を中心に説明する。ここで、説明する動作は、露光動作に先立って行われる、ベースライン計測に関するものである。

【0049】このベースライン計測は、基準板FMの平

面度（傾斜）を計測し記憶する第1の段階と、ウエハ・アライメント・センサ32及びレチクル・アライメント・センサ34a、34bのベスト・フォーカス位置を計算する第2の段階と、ウエハ・アライメント・センサ32とレチクル・アライメント・センサ34a、34bを基準板FM上の特定の基準マークにそれぞれ合焦させ、レチクルパターンの投影位置とウエハ・アライメント・センサ32の検出中心との相対位置関係、すなわちいわゆるベースライン量の計測を行う第3の段階とを含む。

【0050】（第1の段階）まず、この第1の段階の動作の前提となるフォーカス・レベリング機構21の傾斜の基準状態について図2に基づいて説明する。図2には、図1の矢印P方向から見たステージ装置16及び投影光学系PL近傍の状態が概略的に示されている。この図2においては、ウエハ・ホルダ26、移動鏡28等は省略されている。

【0051】この図2において、フォーカス・レベリング機構21（21a、21b、21c）は、所定の姿勢となっており、この図2の状態を傾斜の基準状態（リセット状態）と定義する。ここでは、ウエハ・ホルダ26の上面が、XYステージ22のガイド面40と平行な状態を、傾斜の基準状態、すなわちリセット状態と定義するものとする。また、この図2においては、基準板FM上に形成された一対の第1基準マークM<sub>11</sub>、M<sub>12</sub>が代表して第1基準マークM<sub>r</sub>として示されている。

【0052】このリセット状態では、図2から明らかのように、第1基準マークM<sub>r</sub>と第2基準マークM<sub>w</sub>との投影光学系PLの光軸方向（Z方向）の位置はΔZの差がある。

【0053】このリセット状態で、主制御装置50ではベースライン計測動作を開始する。すなわち、主制御装置50では、フォーカス・レベリング機構21をリセット状態に固定したまま、フォーカス検出系36の検出位置に基準板FM上の基準マークM<sub>w</sub>、M<sub>r</sub>が順次位置するように、駆動系20を介してXYステージ22の位置を制御する。この際、主制御装置50では基準マークM<sub>w</sub>、M<sub>r</sub>に対するフォーカス検出系36の出力を求め、その差により図2に示されるΔZを求め、不図示の内部メモリに記憶する。ここで、斜入射光式のフォーカス・センサは、所定の基準面からのZ方向の位置を検出するものであるから、上記ΔZを検出することは、所定の基準面に対する基準マークM<sub>w</sub>、M<sub>r</sub>のZ方向の位置の差を計測することに他ならない。これにより第1の段階の動作が終了する。

【0054】ここで、ΔZの値は、基準板FMの平面度、装置の組立精度などによって定まるものであり、ひとたび装置が組み立てられれば、ほぼ変動することのない定数と見なすことができる。従って、その計測も装置組み立て・調整後に一度行い、その計測結果を内部メモリに記憶しておき、以降は必要に応じてメモリ内の情報

を読み出すようにすればよい。

【0055】（第2の段階）次に、ウエハ・アライメント・センサ32の焦点位置Fwと、レチクル・アライメント・センサ34a、34bの焦点位置Frを求める第2の段階について説明する。

【0056】ウエハ・アライメント・センサ32のアライメント光の光路上には、いわゆる光学ガラス以外に、ガラスの間隙の空気部分も存在する。このため、大気圧が変動するのに伴って、光路中の屈折率分布も変動し、結果として焦点面も変動することになる。大気圧変

$$Fw = (F_{11}, P)$$

通常、光学系の焦点位置等の結像特性は大気圧の変化にはほぼ比例することが知られており、(1)式の演算は、単なる比例演算となる。

【0058】同様に、レチクル・アライメント・センサ34a、34bの焦点位置も、予測することができる。本実施形態のように、投影光学系PLを介してレチクル・アライメントを行なういわゆるTTR方式のレチクル・アライメント・センサの場合、その光路上に投影光学系PLが含まれるので、大気圧変化の他に投影光学

$$Fr = (F_{11}, P, Q)$$

そこで、主制御装置50では、大気圧センサ38の計測値をモニタするとともに、インテグレートセンサ18をモニタすることにより、大気圧Pと同様、投影光学系PLへの露光光照射の履歴を求め、上記(2)式に基づいてレチクル・アライメント・センサ34a、34bの焦点位置Frを求める。

【0061】なお、(2)式は、レチクル・アライメント・センサ内光学系と投影光学系PLの大気圧変動によるフォーカス変動分と、投影光学系PLの露光光照射に起因するフォーカスの変動分とを合わせて表現したものであるから、これらの変動分を別々に求めても良いことは勿論である。

【0062】そして、主制御装置50では、上で求めた焦点位置Fw、Frの差により、図2に示される、レチクル・アライメント・センサ34a、34bと、ウエハ・アライメント・センサ32の焦点の差ΔFを求め、内部メモリに記憶する。これにより、第2の段階の動作が

$$\theta = \theta_1 + \theta_2 \approx (\Delta F + \Delta Z) / L$$

で表わすことができる。なお、基準板FMの傾斜量θ<sub>1</sub>は微小量であることより、基準板FM上に設けられたマークMwとMrとの距離がLであると考えて差し支えない。

【0065】主制御装置50では、上述のようにして、フォーカス・レベリング機構21により試料台24を駆動すべき傾斜量θを求め、その傾斜量分だけフォーカス・レベリング機構21を介して試料台24を傾斜駆動する。その後、主制御装置50では、XYステージ22を駆動して、基準板FM上の基準マークMw、Mrを、それぞれウエハ・アライメント・センサ32、レチクル・

化に対する焦点の変動の率は、予め求めておくことができるので、基準の大気圧状態での焦点位置F<sub>11</sub>を計測しておけば、その後の大気圧変化を計測することで、焦点位置Fwを予測することができる。そこで、主制御装置50では、大気圧センサ38の計測値をモニタすることにより、その後の大気圧変化を計測し、これに基づいてウエハ・アライメント・センサ32の焦点位置Fwを予測(算出する)する。大気圧をPとすると、焦点位置Fwは、下記のように表わされる。

【0057】

$$\dots\dots\dots (1)$$

系PLに対する露光光の照射による照射変動分をも考慮する必要がある。

【0059】基準大気圧状態における露光光照射の影響がない時点での焦点位置をF<sub>11</sub>、大気圧をP、露光光照射の履歴をQとすると、レチクル・アライメント・センサ34a、34bの焦点位置Frは、次のように表される。

【0060】

$$\dots\dots\dots (2)$$

終了する。

【0063】（第3の段階）この第3の段階では、主制御装置50では、まず、上記第1の段階で求めたΔZと第2の段階で求めたΔFを用いて、フォーカス・レベリング機構21により試料台24を駆動すべき傾斜量、すなわち、図2中に仮想線で示されるウエハ・アライメント・センサの焦点位置と、レチクル・アライメント・センサ34a、34bの焦点位置とを結ぶ線分と、基準板FM上の第1基準マークMrと第2基準マークMwとを結ぶ線分との成す角θ(=θ<sub>1</sub>+θ<sub>2</sub>)を計算する。

【0064】ここで、図2に示されるように、基準板FM上の第1基準マークMrと第2基準マークMwとの距離をXYステージのガイド面40に射影した距離をL(Lは例えば60~70mm)とすると、実際には、角θ<sub>1</sub>、θ<sub>2</sub>は共に微小量(数秒~数十秒程度)であるから、求める傾斜量θは、フォーカス・レベリング機構21のリセット状態を基準に、

$$\dots\dots\dots (3)$$

アライメント・センサ34a、34bのほぼ光軸上に移動する。次いで、主制御装置50では、試料台24の傾斜を維持した状態で、フォーカス検出系36の計測値をモニタしつつ、第1基準マークMrがレチクル・アライメント・センサ34a、34bに対して合焦するように、フォーカス・レベリング機構21を介して試料台24を光軸方向にさらに平行移動させる。これにより、第2基準マークMwもウエハ・アライメント・センサ32に対して合焦した状態となる。図3には、このようにして、第1基準マークMrがレチクル・アライメント・センサ34a、34bに対して合焦し、第2基準マーク



Mwもウエハ・アライメント・センサ32に対して合焦した状態が示されている。

【0066】この図3の状態では、主制御装置50では、ウエハ・アライメント・センサ32を用いて第2基準マークMwに対するウエハ・アライメント・センサ32の指標中心の位置 $\Delta W$ を計測し、これとほぼ同時にレチクル・アライメント・センサ34a, 34bを用いて第1基準マークMr（すなわちM<sub>11</sub>, M<sub>12</sub>）に対するレチクル・アライメント・マークM<sub>11</sub>, M<sub>12</sub>の位置 $\Delta R$ を計測する。

【0067】図4には、この $\Delta W$ ,  $\Delta R$ の計測を行なう

$$BL = L + \Delta W - \Delta R$$

そこで、主制御装置50では、上記 $\Delta W$ ,  $\Delta R$ の計測の後、式(4)の演算を行なって、レチクルR上のパターンの投影位置とウエハ・アライメント・センサ32の検出中心（すなわち指標Maの中心）までの距離（相対位置関係）を算出する。

【0069】これまでの説明から明らかなように、本実施形態では、主制御装置50によって、ステージ制御系、制御手段が構成され、また、主制御装置50内の内部メモリによって記憶手段が構成される。

【0070】以上説明したように、本実施形態によると、基準板FMの試料台24への取り付け後に、フォーカス検出系36を用いて基準面に対する基準板FM上の第1基準マークと第2基準マークとの投影光学系PLの光軸方向位置の差 $\Delta Z$ を予め計測し、その計測結果を主制御装置50の内部メモリに記憶しておくだけで、基準板FMの試料台24へ取り付け後においても、第1基準マークにレチクル・アライメント・センサ34a, 34bを合焦させると同時に第2基準マークにウエハ・アライメント・センサ32を合焦させることが可能になる。従って、基準板FMをある程度ラフに試料台24に取り付けておいても良くなるので、結果的に基準板FMの取り付け作業に熟練が不要となり、その作業も容易になる（作業工数を低減できる）。

【0071】また、上記の如く、フォーカス検出系36を用いて基準面に対する基準板FM上の第1基準マークと第2基準マークとの投影光学系PLの光軸方向位置の差 $\Delta Z$ を予め計測することから、基準板FM表面に凹凸があっても何らの不都合なく、主制御装置50では、確実に、フォーカス検出系36の検出値をモニタしつつ基準板FM上の第1基準マークにレチクル・アライメント・センサ34a, 34bを合焦させると同時に第2基準マークにウエハ・アライメント・センサ32を合焦させることが可能になる。

【0072】さらに、大気圧変化、投影光学系PLの照射変動によりレチクル・アライメント・センサ34a, 34b、ウエハ・アライメント・センサ32の焦点位置が変動しても、これに影響を受けることなく、正確に、基準板FM上の第1基準マークにレチクル・アライメント

様子が示されている。前記の如く、第1基準マークMrから第2基準マークMwまでの距離Lは既知であるから、レチクル・アライメント・マークM<sub>11</sub>, M<sub>12</sub>で代表されるレチクルR上のパターンの投影位置からウエハ・アライメント・センサ32の検出中心（すなわち指標Maの中心）までの距離、すなわちベースライン量BLを求めることができる。図4から明らかなように、この求めるベースライン量BLは、各量の符号（矢印の方向）を考慮して、次式で与えられる。

10 【0068】

$$\dots\dots\dots (4)$$

ト・センサ34a, 34bを合焦させると同時に第2基準マークにウエハ・アライメント・センサ32を合焦させることが可能になる。

【0073】このように、本実施形態によると、ウエハ・アライメント・センサ32とレチクル・アライメント・センサ34a, 34bとを、第2基準マークMrと第1基準マークM<sub>11</sub>, M<sub>12</sub>に対して同時に合焦させた状態でのベースライン量の計測が常に可能となるので、高いベースライン計測精度を確保することができる。

【0074】なお、上記実施形態では、レチクル・アライメント・センサとして、34a, 34bの2つが設けられ、両センサ34a, 34bの焦点位置が一致していることを暗黙の前提として説明したが、実際に、何等かの理由で両センサ34a, 34bの焦点位置が互いに異なっている場合や、基準板FM上の第1基準マークM<sub>11</sub>, M<sub>12</sub>の光軸方向の位置（高さ）が異なっている場合等においては、上記と同様の考え方で、フォーカス・レベリング機構21を介して試料台24をY軸周りに傾斜させることで、2つのレチクル・アライメントセンサ34a, 34bに第1基準マークM<sub>11</sub>, M<sub>12</sub>を同時に合焦させるようにすれば良い。

【0075】また、上記実施形態では、本発明がステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置に適用された場合について説明したが、これに限らず、ステップ・アンド・スキャン方式等の走査型露光装置であっても同様にオフアクシス方式のマーク検出系を備えたものであれば、本発明は好適に適用できるものである。

40 【0076】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1に記載の発明によれば、基準板取付け作業を簡略化することができるという優れた効果がある。

【0077】また、請求項2及び3に記載の発明によれば、上記効果に加え、基準板表面に凹凸があっても、確実に、第1基準マークに位置検出系を合焦させると同時に第2基準マークにマーク検出系を合焦させることができるという効果がある。

【0078】また、請求項4に記載の発明によれば、上記各発明の効果に加え、大気圧変動があっても、確実

19

に、基準板上の第1基準マークに位置検出系を合焦させると同時に第2基準マークにマーク検出系を合焦させることができるという効果がある。

【0079】また、請求項5に記載の発明によれば、上記各発明の効果に加え、投影光学系への露光光照射の影響により特に位置検出系の焦点位置が変動しても、確実に、基準板上の第1基準マークに位置検出系を合焦させると同時に第2基準マークにマーク検出系を合焦させることができるという効果がある。

【0080】また、請求項6ないし8に記載の発明によれば、ベースライン計測精度を向上させることができる優れた相対位置計測方法（ベースライン計測方法）が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】一実施形態に係る投影露光装置の概略構成を示す斜視図である。

【図2】図1の矢印P方向から見たステージ装置及び投影光学系近傍の状態を概略的に示す図である。

【図3】第1基準マークがレチクル・アライメント・センサに対して合焦し、第2基準マークもウエハ・アライメント・センサに対して合焦した状態を示す図である。

【図4】ウエハ・アライメント・センサを用いて第2基準マークに対するウエハ・アライメント・センサの指標中心の位置 $\Delta W$ の計測、レチクル・アライメント・セン

20

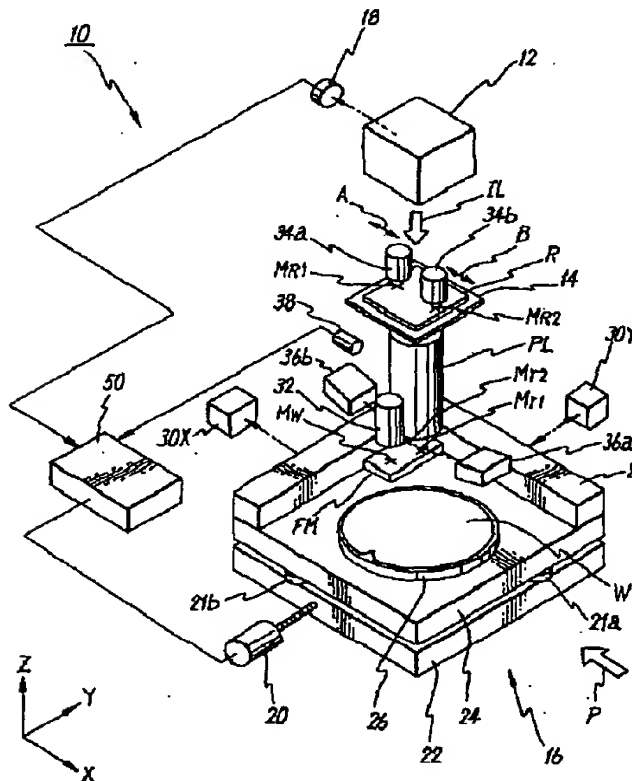
サを用いて第1基準マークに対するレチクル・アライメント・マークの位置 $\Delta R$ を計測する様子を示す図である。

【図5】従来例を示す説明図である。

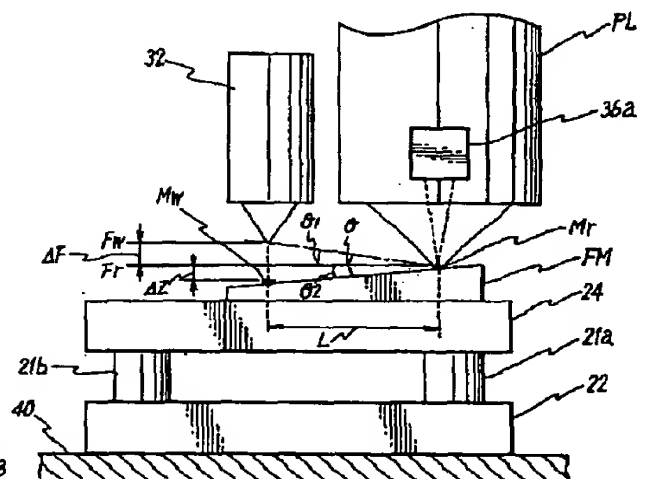
【符号の説明】

- 10 投影露光装置
- 18 インテグレートセンサ（光量センサ）
- 21a, 21b 上下動機構（基板駆動系）
- 22 XYステージ（基板ステージ）
- 24 試料台（基板テーブル）
- 32 ウエハ・アライメント・センサ（マーク検出系）
- 34a, 34b レチクル・アライメント・センサ（位置検出系）
- 36a 照射光学系（フォーカス検出系の一部）
- 36b 受光光学系（フォーカス検出系の一部）
- 38 大気圧センサ
- 50 主制御装置（ステージ制御系、制御手段、記憶手段）
- R レチクル（マスク）
- PL 投影光学系
- W ウエハ（感光基板）
- $M_{r1}$ ,  $M_{r2}$ ,  $M_r$  第1基準マーク
- $M_w$  第2基準マーク
- FM 基準板

【図1】



【図2】



【图 3】

